Ano 2022

Amanda Vasconcelos Guimarães
(Organizadora)

# ZOOTECNIA:

## Sistema de produção animal e forragicultura

Ano 2022

Amanda Vasconcelos Guimarães
(Organizadora)

# ZOOTECNIA:

## Sistema de produção animal e forragicultura

CIÊNCIAS
AGRÁRIAS

Atena
Editora
Ano 2022

Zootecnia: sistema de produção animal e forragicultura

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo
**Correção:** Yaiddy Paola Martinez
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga
**Revisão:** Os autores
**Organizadora:** Amanda Vasconcelos Guimarães

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Z87 Zootecnia: sistema de produção animal e forragicultura / Organizadora Amanda Vasconcelos Guimarães. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-936-0
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.360222202

1. Zootecnia. I. Guimarães, Amanda Vasconcelos (Organizadora). II. Título.

CDD 636

**Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166**

**Atena Editora**
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce,* ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

# APRESENTAÇÃO

A demanda por proteína animal, como carne e leite, é crescente e estimulada pelo crescimento populacional. Atualmente, o desafio da produção animal é produzir alimentos em quantidade e qualidade, em sistemas de produção que se ajustem às realidades específicas locais e regionais, considerando aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais, de forma competitiva e sustentável. Nesse sentido, pesquisadores e pecuaristas brasileiros estão cada vez mais atentos as mudanças e exigências do setor de produção, buscando soluções e tecnologias para garantir eficiência produtiva, competitividade e a sustentabilidade dos sistemas de produção animal.

O e-book, intitulado "Zootecnia: Sistemas de produção animal e forragicultura", traz sete capítulos sobre diferentes assuntos da produção animal e produção de forragem. Esta obra abordará temas como: avaliação dos princípios de saúde e bem-estar animal, uso de termografia na produção de suínos, mensuração de garupa como uma ferramenta para seleção de matrizes, potencial carrapaticida da geoprópolis de abelha uruçu, uma revisão sobre a viabilidade da produção de leite a pasto no Brasil, bem como, o uso de sistemas integrados como estratégia de renovação e recuperação de pastagem degradadas, e efeito do uso de aditivos sobre a composição nutricional de silagem de cana-de-açúcar.

Este é um material multidisciplinar, destinado a produtores rurais, acadêmicos e profissionais das áreas de zootecnia, veterinária, agronomia, e todos aqueles que buscam conhecimento científico de fácil acesso. Assim, cabe aqui agradecer aos autores, por terem colaborado enviando seus trabalhos e a Atena Editora por permitir a divulgação científica e publicação simplificada de textos em diferentes áreas de conhecimento.

Amanda Vasconcelos Guimarães

## SUMÁRIO

# CAPÍTULO 1

## AVALIAÇÃO *in vitro* DO USO DA GEOPRÓPOLIS DE ABELHA URUÇU (*Melipona scutellaris*) COMO AGENTE CARRAPATICIDA

*Data de aceite: 01/02/2022*
*Data de submissão: 21/12/2021*

**Islane Lorranie Carvalho Fagundes**
Instituto Federal Baiano
*Campus* Santa Inês
Santa Inês – Bahia
http://lattes.cnpq.br/7867545171352085

**Fred da Silva Julião**
Instituto Federal Baiano
*Campus* Santa Inês
Santa Inês - Bahia
http://lattes.cnpq.br/5650194154896610

**RESUMO:** O carrapato *Rhipicephalus microplus* é o carrapato tropical de bovinos, limitantes para o crescimento da rentabilidade e vetor de algumas doenças. Este trabalho teve por objetivo avaliar in vitro o extrato alcoólico da geoprópolis da abelha uruçu (*Melipona scutellaris*), no controle do carrapato R. microplus. Foram selecionadas mais de 200 teleóginas ingurgitadas em propriedade do Vale do Jiquiriçá. Estas foram levadas ao laboratório, selecionadas 180 que estavam mais ativas, separadas em grupos de dez, devidamente identificados, para cada grupo de avaliação e suas respectivas triplicatas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 3 repetições; onde cada grupo foi imerso nas diferentes diluições por cinco minutos e dispostos em placas de Petri, também sinalizadas de acordo com seu grupo de avaliação. O monitoramento das teleóginas foi feito diariamente observando e anotando taxas de sobrevivência, postura e eclosão. O extrato puro obteve maior eficiência no controle dos carrapatos, tanto na avaliação de sobrevivência das teleóginas, bem como, na postura e eclosão. Trata-se de uma possível alternativa no controle dos carrapatos *R. microplus*, necessitando mais estudos para confirmação da ação do extrato alcoólico da geoprópolis da abelha uruçu no controle do carrapato de bovinos em diferentes regiões geográficas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Carrapatos. Orgânico. Controle. Bovino.

## *In vitro* EVALUATION OF THE USE OF URUÇU BEE GEOPROPOLIS (*Melipona scutellaris*) AS A CARRAPATICIDE

**ABSTRACT:** The tick *Rhipicephalus microplus* is a tropical cattle tick, limiting the growth of profitability and vector of some diseases. The objective of this work was to evaluate in vitro the alcoholic extract of the geopropolis of the uruçu bee (*Melipona scutellaris*), in the control of the tick *R. microplus*. More than 200 engorged female teleoginas on property in the Jiquiriçá Valley were selected. These were taken to the laboratory, selected 180 that were more active, separated into groups of ten, properly identified, for each assessment group and their respective triplicates. The experimental design was completely randomized, with 6 treatments and 3 replications; where each group was immersed in the different dilutions for five minutes and placed in Petri dishes, also marked according to their evaluation group. The monitoring of the female teleoginas was carried out daily, observing and

recording survival, laying and hatching rates. The pure extract was more efficient in controlling ticks, both in the evaluation of survival of the female ticks, as well as in the posture and hatching. It is a possible alternative in the control of *R. microplus* ticks, requiring further studies to confirm the action of the alcoholic extract of the uruçu bee geopropolis in the control of ticks in cattle in different geographic regions.
**KEYWORDS:** Ticks, Organic, Control, Bovine.

## INTRODUÇÃO

As condições climáticas na maior parte do Brasil contribuem para o aumento da infestação de carrapatos que, com exceção da região Sul, ocorre o ano todo (FURLONG, 2005). Sendo um dos fatores limitantes para o crescimento da rentabilidade da bovinocultura no país (VERÍSSIMO, 2015).

As fêmeas desses ectoparasitos são as de maior impacto para o animal infestado, já que essas ingerem grande quantidade durante a hematofagia, além de transmitirem agentes de doenças como as dos gêneros *Babesia* e *Anaplasma*. Outro problema é a desvalorização do couro dos animais por conta dos orifícios deixados no momento da alimentação dos carrapatos. Devido a esses fatores, são considerados os parasitos de bovinos economicamente mais importantes do Brasil (FURLONG, 2005).

Segundo Ferreira et al. (2013) a própolis das abelhas africanizadas possui grande atividade antiparasitária sobre o carrapato *Rhipicephalus microplus*, o qual, em uma avaliação *in vitro* do extrato de própolis a concentração de 50% foi a mais eficiente, obtendo uma margem de 99,10% de eficácia. Porém, na meliponicultura esse produto ainda não é visto como produto de mercado, o que é reflexo da informalização da cultura meliponícola, bem como, da falta de conhecimento sobre a qualidade e potencialidade produtiva (FILHO et al., 2013).

O Brasil é o maior consumidor mundial de agrotóxicos, a exemplo de ectoparasiticidas utilizados no controle e eliminação de carrapatos. Acarretando diversos malefícios como: a poluição ambiental, a produção de resíduos na carne e no leite e a exposição tóxica aos tratadores que aplicam tais fármacos (VERÍSSIMO, 2015; PEVASPEA, 2018).

A espécie *M. scutellaris* (uruçu) destaca-se por ser a principal polinizadora da mata atlântica (CHAGAS e CARVALHO 2005). Na busca de novas estratégias para o controle dos carrapatos que reduza a utilização da via tóxica, a própolis pode ser uma alternativa, ampliando sua indicação que contabiliza a ação como cicatrizante de feridas em cortes pós-operatórios, no combate de hemorragias e no tratamento de mastite (COSTA e OLIVEIRA, 2007; RIGHI, 2013)

Assim, espera-se com o presente trabalho, avaliar a possível ação carrapaticida do extrato alcoólico da geoprópolis de abelhas Uruçu sobre carrapatos da espécie *R. microplus.* Incentivando os criadores de bovinos à criação de melíponas a serem usadas, em conjunto a outras culturas de produção animal, no intuito de obtenção contínua da

geoprópolis para o possível controle dos carrapatos nos bovinos.

## METODOLOGIA

O presente trabalho foi um estudo quali-quantitativo, analisando *in vitro* a potencialidade do extrato de geoprópolis sobre os carrapatos *R. microplus*, bem como, a avaliação da postura e eclosão dos ovos.

A própolis bruta foi obtida no meliponário do IF Baiano *Campus* Santa Inês, proveniente de colmeias de abelhas Uruçu (*Melipona scutellaris*). A extração ocorreu através de raspagem da geoprópolis localizada na parte superior da caixa.

Estas abelhas são criadas em caixas modelo INPA que são revisadas periodicamente. O pasto meliponícola é composto por plantas nativas, características do bioma caatinga e mata atlântica que também oferecem seivas e resinas; utilizadas na preparação da geoprópolis.

O extrato alcóolico foi preparado a partir da geoprópolis bruta macerada manualmente, a qual foi adicionada álcool de cereais a 70% na proporção de 300g de geoprópolis para 700mL de álcool de cereais, conforme descrito por Silva (2003). A mistura foi mantida em temperatura ambiente por 30 dias, sob agitação manual uma vez ao dia. Após esse período, a solução foi filtrada em peneira, seguido de filtragem em papel filtro para retirar resíduos finos.

Finalmente, o líquido foi armazenado sob temperatura ambiente, ao abrigo da luz e sob vedação para evitar a volatização. A partir desse momento foram feitas diluições para realização dos testes de imersão.

Os carrapatos foram coletados de bovinos de propriedade do Vale do Jiquiriçá, localizada no povoado Volta do Rio pertencente ao município de Ubaíra-BA. A frequência de banho carrapaticida nesse rebanho é esporádica, sendo realizada apenas quando visualizada grande infestação. O carrapaticida utilizado tem a Cipermetrina como princípio ativo, cuja dosagem utilizada sempre segue a recomendação do fabricante.

Os bovinos onde os carrapatos foram coletados estavam há 30 dias sem tratamento com produto de ação carrapaticida. As fêmeas dos carrapatos (teleóginas ingurgitadas) foram coletadas e colocadas em recipiente fechado com pequenos furos para permitir a aeração. Em seguida foram encaminhadas para análise no mesmo dia em que foram usadas imediatamente no teste de imersão.

Foram coletadas pouco mais de 200 teleóginas ingurgitadas, e antes que estas fossem distribuídas aos seus respectivos grupos de avaliação, foram identificadas através de análise morfológica (Imagem 1), confirmando que se tratavam realmente de *R. microplus*.

Imagem 1- Identificação morfológica dos carrapatos.

Fonte: Arquivo Pessoal (2021)

Em seguida as teleóginas foram separadas em número de dez para cada grupo de avaliação e suas respectivas triplicatas. Após, foi realizada a separação dos seis grupos contendo três repetições cada (Imagem 2). Todas essas atividades foram realizadas no mesmo dia.

Imagem 2- Triplicatas do Grupo Branco.

Fonte: Arquivo Pessoal (2021)

Após a coleta dos carrapatos, estes foram distribuídos em grupos, para realização do teste conforme adaptado de Ferreira et al (2013):

- Grupo Branco: contendo apenas água
- Grupo 0: Contendo apenas o álcool de cereais 70%

- Grupo 1: Contendo apenas o extrato de geoprópolis puro
- Grupo 2: Contendo 15ml de extrato de geoprópolis diluído em 85ml de álcool de cereais
- Grupo 3: Contendo 30ml de extrato de geoprópolis diluído em 70ml de álcool de cereais
- Grupo 4: Contendo 50 ml de extrato de geoprópolis diluído em 50ml de álcool de cereais

Após a separação dos grupos de avaliação as teleóginas foram imersas nas respectivas amostras por cinco minutos e em seguida dispostas em placas de Petri também sinalizadas de acordo com seu grupo de avaliação para monitoramento de postura.

Finalizada a postura, os ovos foram colocados em tubos de ensaio, selados com algodão hidrofílico e identificados. Em seguida foi realizado o monitoramento da eclosão dos ovos.

As taxas de sobrevivência, postura e eclosão foram anotadas para posterior análise dos resultados, que foi realizada através de análise descritiva.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Trinta minutos após o teste de imersão das teleóginas de todos os tratamentos e suas triplicatas nas diluições, foi observado que as teleóginas em todos os grupos (com exceção do Grupo Branco) estavam com mobilidade reduzida. Sendo constatado no dia seguinte quatro mortes no Grupo 1 (contendo apenas extrato de geoprópolis puro) e duas no Grupo 3 (30% extrato + 70% álcool) considerando os 30 carrapatos para cada grupo teste (Tabela 1).

A avaliação da eficiência *in vitro* do extrato alcoólico de geoprópolis de *M. scutellaris* em relação à sobrevivência, postura e eclosão sobre *R. microplus* está descrita na tabela a seguir.

| | GRUPOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Branco** (Água) | **0** (Álcool) | **1** (Extrato) | **2** (15%+85%) | **3** (30%+70%) | **4** (50%+50%) |
| Sobrevivência | 30,0 | 30,0 | 26,0 | 30,0 | 28,0 | 30,0 |
| Postura | 30,0 | 28,0 | 26,0 | 30,0 | 27,0 | 28,0 |
| Eclosão | 53,3 | 15,0 | 5,3 | 17,0 | 23,3 | 43,3 |

Tabela 1- índices (%) de sobrevivência, postura e eclosão de *R. microplus*, em teste carrapaticida com uso de extrato de geoprópolis de *M. scutellaris*.

O álcool etílicio é obtido por meio de um composto orgânico formado por grupos hidroxilas ligados à carbonos saturados. Enquanto que o álcool de cereais ou álcool etílico

hidratado; é produzido por um processo totalmente natural utilizando enzimas e leveduras, tendo como base cereais como o milho, arroz e trigo (SINTÉTICA, 2021). Todas as teleóginas do Grupo 0 (contendo apenas álcool de cerais) sobreviveram, uma hipótese que pode explicar é a composição do álcool; diferente do comumente utilizado: álcool etílico (etanol).

Quatro dias após o teste, as teleóginas começaram a postura que durou cerca de 30 dias (Imagem 3). Foi observada a ausência de postura de duas teleóginas em cada grupo: Grupo 0, Grupo 3 e Grupo 4 (50% de extrato + 50% de álcool).
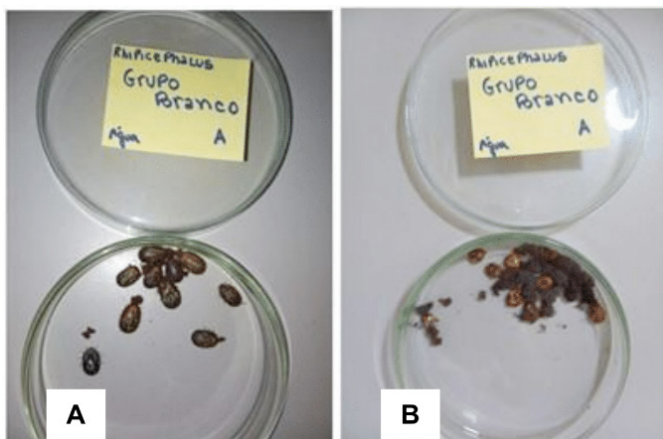
Imagem 3- Início da postura (A). Fim da postura (B).

Fonte: Arquivo Pessoal (2021)

O Grupo 2 (15% extrato + 85% álcool) apresentou maior índice de postura. Todas as teleóginas sobreviventes do Grupo 1 fizeram postura, porém, devido ao índice de mortes (quatro teleóginas), este foi o tratamento com menor índice de postura (Tabela 1), e foi observado que diferente dos outros tratamentos; este grupo apresentou ovos inférteis, sendo estes escuros e opacos (Imagem 4).
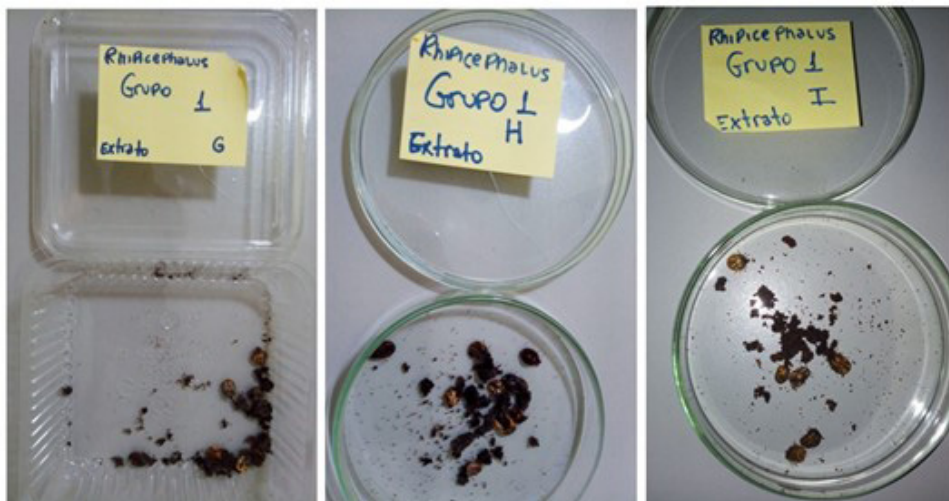
Imagem 4- Postura das triplicatas do Grupo 1.

Fonte: Arquivo Pessoal (2021)

Trinta e nove dias após o início da postura as larvas começaram a eclodir. Após 20 dias desde o início da eclosão foi observada a quantidade de ovos eclodidos e de larvas ativas (Imagem 5), realizando-se a estimativa de eclosão onde se constatou que o Grupo 1 obteve a média de 5,3% de eclosão, justificado pelo maior índice de mortalidade (Tabela 1).
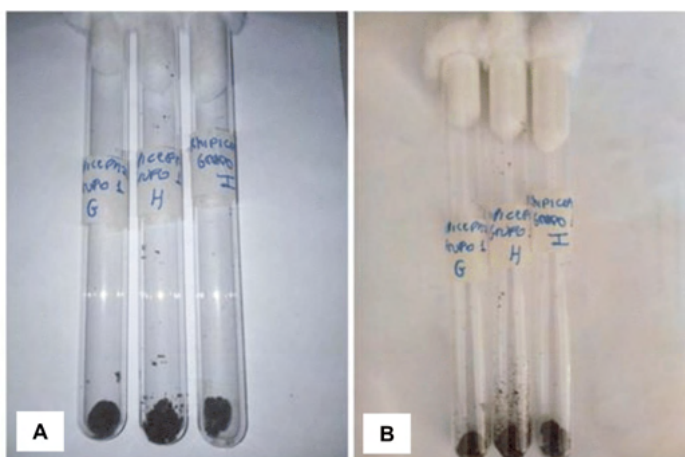
Imagem 5- Início da eclosão (A) e vinte dias após (B) do Grupo 1.

Fonte: Arquivo Pessoal (2021)

O Grupo 4 foi o tratamento com maior índice de eclosão (43,3%) (Imagem 6), diferente do trabalho descrito por Ferreira et al (2013) realizado com própolis de *Apis melífera* e

álcool etílico, onde na mesma diluição obteve-se o menor índice. Tal diferença pode ser explicada com o tipo de própolis e diluente utilizados; neste caso a junção do álcool de cereais e geoprópolis de *M. scutellaris* nesta proporção de diluição, mostrou potencialidade menos eficiente. Porém é necessário mais estudos para saber se tal ineficiência é causada pelo álcool ou pela geoprópolis.
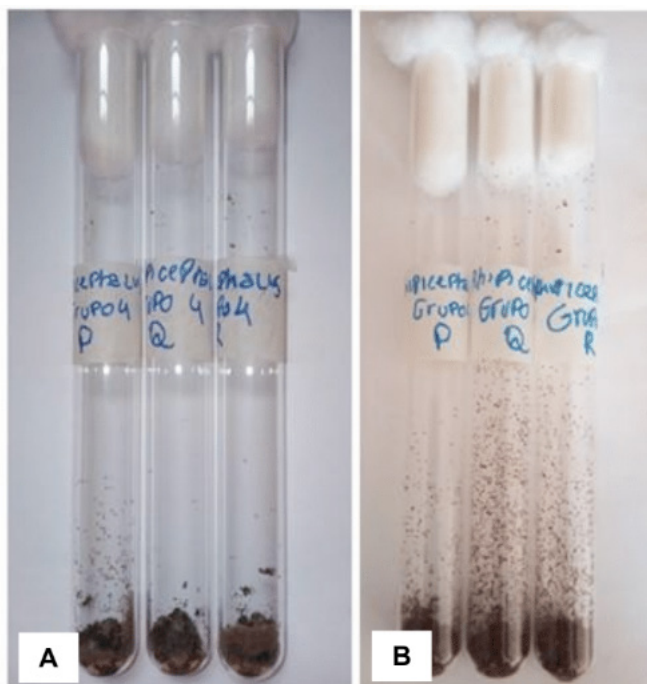
Imagem 6- Início da eclosão (A) e vinte dias após (B) do Grupo 4.

Fonte: Arquivo Pessoal (2021)

Após a análise dos resultados de sobrevivência, postura e eclosão (Tabela 1); pode-se constatar que o Grupo 1 contendo o extrato puro de geoprópolis de *M. scutellaris* foi o mais eficiente no combate aos carrapatos *R. microplus*. Isso pode ser explicado devido à concentração dos compostos químicos presentes no extrato alcoólico de geoprópolis que são: compostos fenólicos (flavonóides, ácidos aromáticos e benzopiranos), diterpenos, triterpenos e óleos essenciais; além do barro. Tais compostos podem variar dependendo da região e bioma (LIMA, 2015).

A resistência dos carrapatos ao extrato de geoprópolis pode ser explicada pelo uso do carrapaticida sintético utilizado na propriedade onde os carrapatos foram coletados para teste. Este foi um produto indicado pelas casas agropecuárias e não por um médico veterinário. Furlong et al. (2007) relatam que o uso e a troca indiscriminada dos carrapaticidas favorece a seleção de carrapatos resistentes aos produtos utilizados. Tal

resistência tem se tornado cada vez mais rápida por conta do procedimento de utilizar bases químicas diferentes, porém com mesmos mecanismos de ação, por mais de seis aplicações sucessivas. Dessa forma, torna-se difícil a escolha por um novo produto, já que as casas agropecuárias onde os produtores adquirem os carrapaticidas, podem não saber as diferenças nas formas de ação dos produtos. Sendo então necessária a indicação baseada em critérios por profissionais técnicos.

O controle ao *R. microplus* tem como base o conhecimento das épocas com maior índice de epidemiologia do mesmo, pois sabe-se que a duração do ciclo de vida destes parasitos depende das condições climáticas, sendo mais ativos durante a estação de temperaturas mais elevadas. Portanto, utiliza-se dessas informações para escolha de um programa de controle mais efetivo (BRITO et al., 2006). Essa informação corrobora com a decisão de avaliarmos a sobrevivência na fase pré postura, a ocorrência de postura e estimativa de eclosão. Deste modo, é possível obter um controle mais eficiente dos carrapatos sem deixar que os mesmos cheguem à grande infestação. Minimizando assim, os efeitos do uso de produtos sem planejamento (aplicação esporádica e apenas em alta infestação).

Mesmo com o progresso de pesquisas sobre o controle de carrapatos por alternativas não poluentes e não químicas, sabe-se pouco sobre interações e impactos destes produtos no ambiente (PATARROYO e SOSSAI, 2004). Portanto, sugere-se a realização de novos trabalhos associando o extrato de geoprópolis de *M. scutellaris* á plantas e ou químicos de baixa toxidade para aumentar a eficiência do produto e sincronicamente diminuir a concentração destes. Gerando impacto positivo nos animais, tratadores e meio ambiente.

Pacheco et al. (2006), constatou a ineficiência do extrato hidroalcóolico de própolis como carrapaticida sobre *R. microplus*, nas concentrações: 1; 1,5; 2,0; 2,5%. As quais o mesmo considera baixas e sugere a produção de estudos com maiores concentrações. Porém, os resultados encontrados neste experimento se consolidam com os apresentados por Silva et al. (2021), que comprovaram que o extrato de própolis na concentração de 70% foi eficaz no controle laboratorial do *R. microplus*. Portanto, assim como foram necessários estudos acerca de qual concentração de própolis possui maior potencialidade carrapaticida; também se faz necessária a produção de mais estudos sobre a atuação de diferentes formulações do extrato da geoprópolis ou da sua padronização, para utilização como carrapaticida orgânico.

Quanto à potencialidade da geoprópolis de *M. scutellaris*, sabe-se que tanto seu extrato etanoico quanto sua fração aquosa, possuem atividade antinociceptiva, sendo, portanto, uma fonte natural de substâncias bioativas com promissora atividade na redução da capacidade de perceber a dor (FRANCHIN et al., 2012). Além disso, possui caráter inibidor de cepas de *Staphylococcus aureus* e *S. mutans* em baixas concentrações, bem como, potencial antimicrobiano e antiproliferativo em células cancerosas (CUNHA et al., 2013).

## CONCLUSÃO

O extrato puro da geoprópolis de *M. scutellaris* teve maior eficiência no controle de *R. microplus*. Porém, as demais diluições utilizadas apresentaram menor ou nenhuma atividade, na forma de avaliação *in vitro*.

Poucos são os estudos realizados acerca das potencialidades da geoprópolis como carrapaticida, sendo necessárias maiores pesquisas sobre tal extrato, bem como, sua associação á extratos de plantas que possam aumentar sua potencialidade.

## REFERÊNCIAS


ÁLCOOL de Cereais. Sintética. 2021. Disponível em: <https://sintetica.com.br/produto/alcool-de-cereais-2/> Acesso em: 10 de set. de 2021.

BRITO, L. G. NETTO, F. G. S. OLIVEIRA, M. C. S. BARBIERI, F. S. **Bio-ecologia, importância médico veterinária e controle de carrapatos, com ênfase no carrapato dos bovinos, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus.*** EMBRAPA- ISSN 0103-9865 Agosto, 2006.

CHAGAS, F.; CARVALHO, S. **Iniciação a criação de Uruçu.** Meliponário São Saruê- Igarassu-PE. 2ªEd. 2005.

COSTA, P. S. C; OLIVEIRA, M. O. Produção e processamento de própolis e cera. Viçosa, MG: CPT, 2007, 1 DVD; 60min. (Série apicultura)

CUNHA, M. G. FRANCHIN, M. GALVÃO, L. C DE C. RUIZ, A. L. T. G. CARVALHO, J. E. IKEGAKI, M. ALENCAR, S. M. KOO, H. ROSALEN, P. L. **Antimicrobial and antiproliferative activities of stingless bee *Melipona scutellaris* geopropolis.** BMC Complementary and Alternative Medicine (Vol. 13). Editora: BioMed Central Ltd. 2013.

FERREIRA, F. B. P.; PEREIRA, M. F.; VIANA, R. V.; FERARRESE, L.; CERQUETANI, J. A.; ALBERTON, O.; PASCOTTO, C. R.; GAZIM, Z. C. **Avaliação in vitro do extrato alcoólico da própolis para o controle do *Rhipicephalus (Boophilus) microplus.*** Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR, Umuarama, v. 16, n. 2, p. 107-112, jul./dez. 2013

FILHO, N. M. L., MENEZES C., CORDEIRO H. K. C. **Potencial produtivo de própolis com abelha sem ferrão *Frieseomelitta varia*.** Belém-PA, 2013.

FRANCHIN, M. CUNHA, M. G. DENNY, C. NAPIMOGA, M. H. CUNHA, T. M. KOO, H. ALENCAR, S. M. IKEGAKI, M. ROSALEN, P. L. **Geopropolis from *Melipona scutellaris* decreases the mechanical inflammatory hypernociception by inhibiting the production of IL-1b and TNF-a.** Journal of Ethnopharmacology 143 (2012) 709–715.

FURLONG, J. **Carrapato: problemas e soluções.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005.

FURLONG, J. MARTINS, J. R. PRATA, M. C. A. **O carrapato dos bovinos e a resistência: temos o que comemorar?** A Hora Veterinária – Ano 27, nº 159, setembro/outubro/2007.

LIMA, M. V. D. **GEOPRÓPOLIS PRODUZIDA POR DIFERENTES ESPÉCIES DE ABELHAS: ATIVIDADES ANTIMICROBIANA E ANTIOXIDANTE E**

**DETERMINAÇÃO DO TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará Instituto de Ciências da Saúde Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas- Belém, 2015.

MATERIAL TÉCNICO (PEVASPEA). **Intoxicações agudas por agrotóxicos.** Secretaria de Saúde. Paraná-Governo do Estado, 2018.

PACHECO, K.M.G.; DE OLIVEIRA, E.R.A.; DA SILVA, L.F.L.; ROCHA, L.P.; DE MENDONÇA, F.A.C. **Própolis em diferentes concentrações utilizada no controle do *Boophilus microplus*.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, Recife, Brasil, 2006.

PATARROYO, J. H. S. SOSSAI, S. **Alternativas para o Controle de Carrapatos: Vacinas e Medicamentos.** Anais IV SIMCORTE- Viçosa MG, 10-12 Junho 2004.

RIGHI, A. A. **Extratos brutos e constituintes de própolis brasileiras: avaliação dos efeitos nos carrapatos *Rhipicephalus microplus* e *Amblyomma cajennense*.** Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Botânica. São Paulo, 2013.

SILVA, A. M. S. MOREIRA, E. F. A. ESPINDULA, A. P. BENFICA, L. F. JÚNIOR, R. A. C. SANTANA, L. F. **In vitro evaluation of the acaricidal activity of propolis against cattle ticks.** Research, Society and Development, v. 10, n. 7, e10510716203, 2021 - ISSN 2525-3409.

SILVA, E. C. A. **Preparo do extrato de própolis legal**. APACAME; Revista Mensagem Doce Nº 70, 2003.

VERÍSSIMO, C. J. **Resistência e Controle do Carrapato-do-boi.** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 2015.

# CAPÍTULO 2

# USO DE TERMOGRAFÍA INFRARROJA EN LA PRODUCCIÓN PORCINA DE PRECISIÓN. VALIDACIÓN DE EQUIPOS Y EXPERIENCIAS

*Data de aceite: 01/02/2022*
*Data de submissão: 17/12/2021*

**Paula Sánchez-Giménez**
Agropor S.A. Las Torres de Cotillas
Murcia, España

**Laura Martínez Alarcón**
Servicio de Cirugía, Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca
Instituto Murciano de Investigación Biosanitaria
Murcia, España
ORCID: 0000-0001-7497-6709

**Iván Galindo**
Agropor S.A. Las Torres de Cotillas
Murcia, España

**Antonio Marín-Moya**
CEFUSA, Alhama de Murcia, España

**Livia Mandonça Pascoal**
Escola de Veterinaría, Universidade Federl de Goiás
Goiánia, Brasil
ORCID: 0000-0002-4900-5334

**Sarah Chagas**
Escola de Veterinaría, Universidade Federl de Goiás
Goiánia, Brasil

**Guillermo Ramis**
Instituto Murciano de Investigación Biosanitaria
Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia
Murcia, España
ORCID: 0000-0001-5580-1612

**RESUMEN:** La cría de precisión demanda herramientas que ayuden a finar los manejos tanto productivos, como reproductivos y sanitarios. La termografía ofrece una tecnología que se puede implementar en distintos ámbitos de la porcinocultura. Se revisan las experiencias de validación de una termocámara Smart y una aplicación para la detección de lechones neonatos con hipotermia, que pueden llegar a suponer el 80% de las bajas en las primeras 24 horas, de lechones lactantes con hipertermia, que ayudará a mejorar el manejo sanitario, y a detectar celos en ambientes cálidos donde éstos pueden ser silentes.
**PALABRAS CLAVE:** Termografía, FLIR ONE, degree, hipotermia, hipertermia, celo.

**ABSTRACT**: Precision pig production demands tools that help to improve productive, reproductive and sanitary management. Thermography offers a technology that can be implemented in different areas of pig farming. We review the validation experiences of a Smart thermocamera and an application for the detection of newborn piglets with hypothermia, which can account for 80% of the deaths in the first 24 hours, of lactating piglets with hyperthermia, which help to improve the sanitary management, and to detect heat in warm environments where they can be silent.
**KEYWORDS**: Thermografy, FLIR ONE, Degree, hypoythermia, hyperthermia, heat.

## INTRODUCCIÓN

La termografía infrarroja es una técnica no invasiva que mide las radiaciones infrarrojas

que emiten todos los cuerpos, lo cual permite visualizar patrones de temperatura.

La generación de imágenes basadas en diferencias de temperaturas fácilmente medibles, ha hecho que la industria mostrase un elevado interés en las imágenes térmicas. Así, permiten incluso detectar anomalías antes de que se produzca un problema visible, lo que permite evitar averías gracias a la prevención. Se comienza entonces a implementar el uso de la termografía durante los procesos de diseño de los productos. Esto ha conllevado el desarrollo de sucesivas generaciones de cámaras capaces de captar imágenes termográficas que finalmente se han empezado a utilizar en ámbitos muy diversos, además del industrial. Sin embargo, el coste de las cámaras sigue siendo demasiado elevado (más de 20.000€) hasta que industrias clave, como la automovilística, centran su interés en esta técnica y comienza la producción en masa. Todo esto ha favorecido que actualmente se pueda adquirir una cámara térmica de buena calidad por un precio inferior a los 200€, que además puede operar con cualquier teléfono, lo que ha impulsado definitivamente su uso en otras aplicaciones como la sanidad veterinaria y más en concreto el uso en clínica porcina.

Cabe decir que la pandemia producto de la diseminación universal del virus SARS-Cov2, agente etiológico de la enfermedad conocida como COVID19 ha conllevado una universalización de las técnicas de obtención rápida de temperatura en la piel de las personas, lo que ha acelerado aún más el desarrollo de tecnologías asequibles, fáciles de utilizar y con una fiabilidad aceptable. Hoy en día es habitual encontrar equipos de lectura de perfiles infrarrojos en lugares como el acceso a hipermercados, estaciones de tren, aeropuertos u hospitales.

En este artículo revisaremos las experiencias de validación de termografía mediante cámaras acoplables a smartphone, más allá de la utilidad clínica de evaluar la presencia de fiebre en reproductores o animales de cebo. Concretamente mostraremos datos de la validación para la detección de lechones en lactación con fiebre, lechones neonatos con hipotermia o detección de celo.

Pero antes repasaremos los distintos tipos de termografía infrarroja existentes en el mercado.

## LOS EQUIPOS DE TERMOGRAFÍA INFRARROJA

Todos los cuerpos u objetos cuya temperatura sea mayor a 0ºK (-273ºC) emiten radiación térmica (infrarroja), que es una forma de radiación electromagnética cuya longitud de onda es mayor que la de la luz visible, y por ello no es evidente al ojo humano. Está demostrado (por la física) que la temperatura de un cuerpo es directamente proporcional la radiación infrarroja (IR) que emite, y se puede calcular con la siguiente ecuación: $E = \varepsilon\sigma T_e^4$, donde ε es la emisividad del objeto (capacidad para radiar energía térmica), σ la constante de Stefan Boltzman, $T_e$ la temperatura del objeto y E la radiación infrarroja (Olarte

et al.,2011).

Las cámaras termográficas son los equipos encargados de transformar la radiación infrarroja en una imagen térmica. Para ello tienen los siguientes componentes: dos lentes, un filtro, un detector o microbolómetro, un procesador y la pantalla. La radiación infrarroja atraviesa las lentes y el filtro, y alcanza el microbolómetro, donde es transformada en energía eléctrica. Esta señal es procesada y transformada (procesador) en la imagen térmica que se muestra en la pantalla (Figura 1). Los resultados de este proceso pueden ser cualitativos o cuantitativos: en el primer caso la pantalla muestra una imagen con diferentes colores que según la distribución de la temperatura; en el segundo caso la cámara ofrece como resultado el valor de la temperatura del objeto examinado (Olarte et al.,2011).
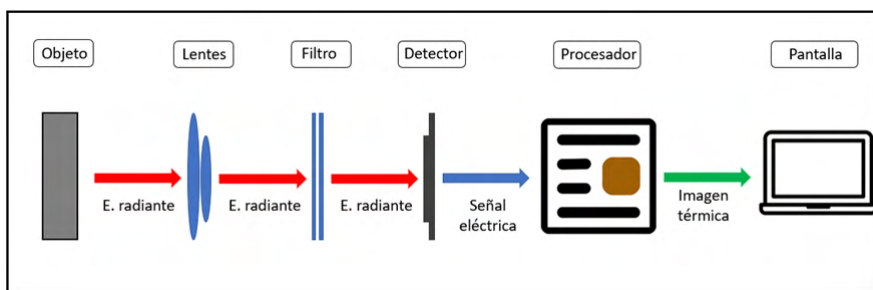
Figura1: Esquema del procesado de la señal infrarroja.

Fuente: Olarte et al.,2011.

Actualmente en el mercado encontramos distintos tipos de dispositivos para hacer termografías; que se pueden agrupar, de forma muy general, en tres grupos: los dispositivos que se pueden acoplar a un smartphone, los dispositivos portátiles, los dispositivos tipo pistola y los dispositivos integrados en un smartphone. La diferencia entre los primeros y los últimos estriba en que estos últimos ya tienen la termocámara integrada en el propio dispositivo, que, además, normalmente es un teléfono robusto puesto que su uso principal está pensado en industria.

Los precios son muy variados, dependiendo del tipo de instrumento, y varían notablemente entre los distintos tipos de dispositivo e incluso al comparar los precios en distintos países. La figura 2 muestra un pequeño ejemplo de cada uno de los tipos de dispositivos y su precio estimado en España (obviamente los precios cambian continuamente y varían enormemente entre países).

Figura 2. Tipos de dispositivos de adquisición termográfica. ***Dispositivos acoplables a smartphone***: A. Flir One Pro para IOS (Flir Inc, 460 euros), B. Seek Thermal (Seek termal; 290 euros para IOS, 299 euros para Android), C. Indolay (Indolay, 99 euros), ***Dispositivos portátiles:*** D. Seek thermal RevelPro (780 euros), E. FLIR C5 (670 euros), F. FLIR T865 (23.000 euros), ***Dispositivos tipo pistola:*** G. Fluke Ti4800 (Fluke Corporation, 15.000 euros), H. FLIT E8 (3.500 euros), ***Dispositivos integrados en smartphone***: I. CAT S61 (CAT, 1300 euros), J. Armor 9 (460 euros, K. Blackview Bv9800 (Blackview, 730 euros)

Es lógico pensar que la eficiencia de los equipos también cambia a medida que se utilizan los equipos más sofisticados y caros. Sin embargo, en el ambiente de las granjas, utilizar estos equipos puede resultar no rentable. Por tanto, en este artículo se van a exponer las distintas experiencias obtenidas con equipos acoplables a smartphone, que por precio y funcionalidad son los que en el futuro es más probable que se usen en el entorno ganadero. Otra cuestión es la instalación de cámaras fijas de termografía en las naves de cría con métodos de precisión, pero esto de momento, es más futuro que presente.

## USOS DE TERMOGRAFÍA EN PRODUCCIÓN PORCINA: EXPERIENCIAS DE VALIDACIÓN

Desde luego, el uso más evidente que tiene la termografía en producción porcina es el análisis de las condiciones ambientales en los edificios de cría de cerdos, con la intención de encontrar aquellas alteraciones que puedan alterar el confort térmico de los animales y propiciar carencias de bienestar, de salud o pérdidas de rendimientos productivos. Sin embargo, en este articulo dejaremos de lado este uso para centrarnos en los posibles usos clínicos que pueda presentar la termografía utilizando dispositivos acoplables a smartphone. Mostraremos algunas de las experiencias llevadas a cabo en usos concretos.

### Detección de lechones lactantes hipotérmicos

Los lechones utilizados para este experimento fueron 158 animales, a los cuales se le tomaron dos mediciones: a las 12 y a las 36 horas tras el nacimiento. Estos lechones no fueron escogidos al azar, sino que mediante la observación y la termometría clásica se seleccionaron aquellos que padecían hipotermia. Además, por cada neonato hipotérmico se seleccionó un hermano con la temperatura corporal fisiológicamente. Todos ellos eran cruce de una hembra cruzada (Large White-Landrace) y un macho Duroc semigraso.

Para la toma de las termografías se utilizó una cámara térmica FLIR ONE PRO para iOS, acoplada a un iPhone 6 (Apple, USA), con un conector Lightning, a través de su puerto de carga. Para medir la temperatura rectal se empleó un termómetro digital de uso veterinario (ST714A, Mesure Technology, Taiwan).

Las imágenes termográficas se analizaron mediante la aplicación Degree® (Beinfive, España), que se incorpora al teléfono móvil al que se acopla la termocámara. Recoge la emisión infrarroja cutánea y la convierte en temperatura, creando imágenes termográficas como la que se observa en la figura 3, además de estimar la temperatura infrarroja máxima (Tmax). Igualmente, posee un algoritmo mediante el cual es capaz de determinar si la temperatura medida es normal para el animal estudiado o es demasiado alta, mostrando la diferencia en una escala de colores: verde (normal), naranja (ligeramente alta) y rojo (hipertermia). Sin embargo, la aplicación aún no presenta una función que identifique mediante color si el animal escaneado presenta hipotermia.
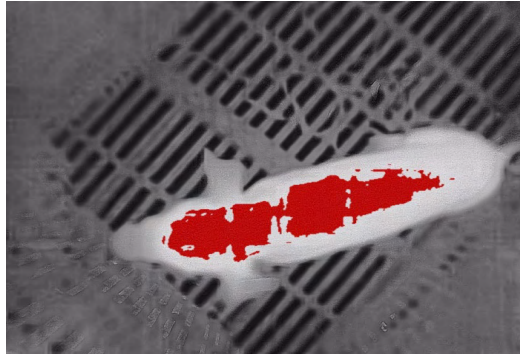
Figura 3. Imagen termográfica de un lechón neonato, usando el filtro de temperatura máxima, analizado mediante Degree®.

Los lechones con entre 6 y 12 horas de vida eran observados y seleccionados aquellos que padecían hipotermia, así como un hermano sano por cada lechón hipotérmico. Para la recopilación de datos, los animales se introdujeron en una caja de cartón de reducido tamaño para minimizar la movilidad del animal y facilitar tareas como el pesaje y la toma de la termografía.

Una vez seleccionados los lechones, se crotalaron para identificarlos al día siguiente, ya que se realizaban dos mediciones sobre cada individuo (a las 12 y 36 horas de vida). Posteriormente se pesaba, se le tomaba la temperatura rectal (Trec) y la termografía, rellenando todos los datos que solicita la aplicación Degree (identificación, temperatura ambiental, humedad relativa, luminosidad, genética, peso y temperatura rectal). Este mismo proceso se repetía 24 horas después.

Además de los datos incluidos en la aplicación Degree, manualmente se tomaron algunos datos como el tipo de suelo sobre el que se encontraban los animales (enrejillado de plástico con placa metálica calefactora o 40% cemento - 60% enrejillado de plástico, con calefacción en una parte del suelo encementado), la presencia o no de bombilla calefactora, datos productivos del parto en el que se encuentra el lechón (lechones nacidos totales, nacidos vivos, nacidos muertos y momificados), el peso y la temperatura rectal.

Finalmente, se tomaron 291 termografías, de las cuales 158 correspondían a la medición realizada a las 12 horas de vida del lechón y las 133 restantes correspondían a la medición de las 36 horas. Se obtuvieron correlaciones muy significativas ($p<0,001$) entre todas las mediciones de temperatura. Al comparar la Trec y la Tmax (temperatura Degree) a las 12 horas, se observó una correlación $r=0,511$, mientras que a las 36 horas fue de $r=0,423$. También se obtuvo la correlación entre la Trec a las 12 horas y la Tmax a las 36 horas ($r=0,388$) y entre la Trec a las 36 horas con la Tmax a las 12 horas ($r=0,337$).

Estos resultados de correlaciones medias y altas muestran que existe una asociación entre la temperatura corporal y la emisión de infrarrojos cutánea, y coinciden con los obtenidos en otros estudios anteriores en el lomo de lechones recién nacidos

(Kammersgaard et al., 2013), y en regiones del abdomen, dorso o periné de lechones (Chung et al.,2010). Estas correlaciones variaron entre 0,3 y 0,82.

Igualmente se alcanzaron unas correlaciones muy significativas ($p<0,001$) entre el peso del lechón a las 12 horas y las diferentes tomas de temperatura. Al comparar el peso a las 12 horas con la Trec en ese mismo momento la correlación obtenida fue de $r=0,684$; mientras que con la Trec a las 36 horas fue de $r=0,572$; con la Tmax en la primera medición fue de $r=0,289$; y, en la segunda medición fue de $r=0,322$.

En cuanto a la mortalidad, la Figura 4 muestra la temperatura media rectal y temográfica en lo lechones que sobrevivieron o no a las 36 horas.
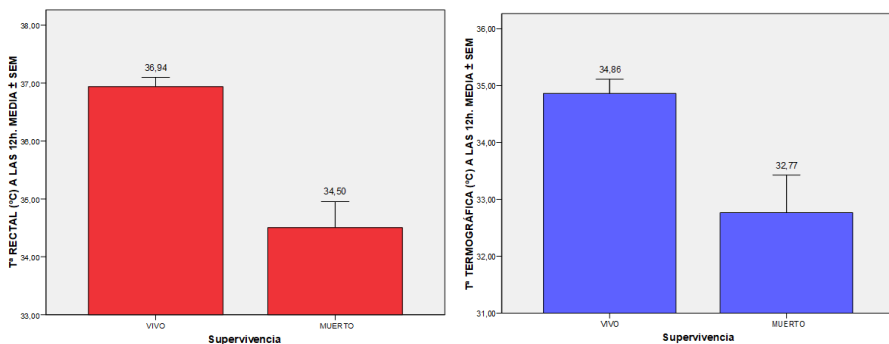
Figura 4. Izquierda: Media ± SEM de la temperatura rectal a las 12 horas de los lechones que murieron antes de las 36 horas de vida y los que sobrevivieron. Derecha: Media ± SEM de la temperatura termográfica a las 12 horas de los lechones que murieron antes de las 36 horas de vida y los que sobrevivieron.

La diferencia entre animales supervivientes o no fue significativa para Trec ($p<0,001$), y en Tmax ($p=0,004$), lo que pone de manifiesto la diferencia en ambas temperaturas en cada grupo de lechones. Asimismo, la mortalidad fue muy distinta entre los animales que mostraban hipotermia a las 12 horas (30,3% mortalidad) y los que no mostraban mortalidad (5,42% de mortalidad). Los animales con hipotermia mostraron una diferencia significativa entre la frecuencia observada de mortalidad y la esperada ($p<0,0001$, Residuo corregido=4,2).

Estos resultados indican que, conociendo la temperatura rectal o la termográfica del lechón a las 12 horas de vida, podemos estimar la probabilidad de supervivencia del mismo a la hipotermia post-natal; hecho que coincide con la conclusión de Tuchscherer et al., (2000), en la que afirmaba que las posibilidades de supervivencia del lechón a la hipotermia post-natal dependen de la magnitud y duración de la misma.

El uso de termografía conllevaría un ahorro muy notable del tiempo necesario para detectar lechones hipotérmicos, pudiendo actuar sobre ellos de forma más precoz y con más eficiencia que usando la termografía clásica. Los animales por debajo de 33ºC en termografía cutánea del cuerpo entero con una vista dorsal tienen reducidas las posibilidades

de supervivencia sin una acción directa sobre ellos. El 80% de las bajas que se produjeron en las primeras 36 horas presentaban hipotermia, por lo que la detección precoz de estos animales supone una oportunidad de salvar una gran cantidad de animales.

## Detección de hipertermia en lechones lactantes

Las imágenes fueron tomadas en lechones de 7 a 21 días de edad, procedentes de dos explotaciones de la Región de Murcia (España). En las instalaciones de la GDV (Guadalupe) se tomaron un total de 109 imágenes de lechones de raza Large White así como de 7 lechones de raza Duroc. Por otra parte, en las instalaciones de Agropor S.L. (Las Torres de Cotillas) se obtuvieron un total de 102 imágenes pertenecientes todas ellas a lechones de un cruce de línea madre, Landrace x Large White. Esto hace un total de 218 imágenes obtenidas con la aplicación FLIR ONE. Además, 177 de ellas se registraron también con Degree®.

Para la toma de imágenes se utilizó una cámara térmica FLIR ONE en su versión para Android, acoplada a un teléfono Samsung A7 (Samsung, Corea del Sur).

Para analizar las termoimágenes capturadas se utilizaron dos programas: FLIR TOOLS (FLIR Inc, EEUU) con el que, utilizando el filtro "Iron", se realizaron ventanas rectangulares para la captura térmica del lomo y circulares para la captura de las ventanas térmicas de la zona auricular (base de las orejas), tomando de cada registro los valores de temperatura máxima (LMax y OrMax), temperatura media (LMed y OrMed) y temperatura mínima (LMin y OrMin) (figura 5) y la aplicación Degree, ideada para indicar la probabilidad de que un animal tenga una temperatura corporal elevada, obtiene por sí misma la temperatura máxima captada en toda la imagen (despreciando aquellas temperaturas superiores a 45ºC).
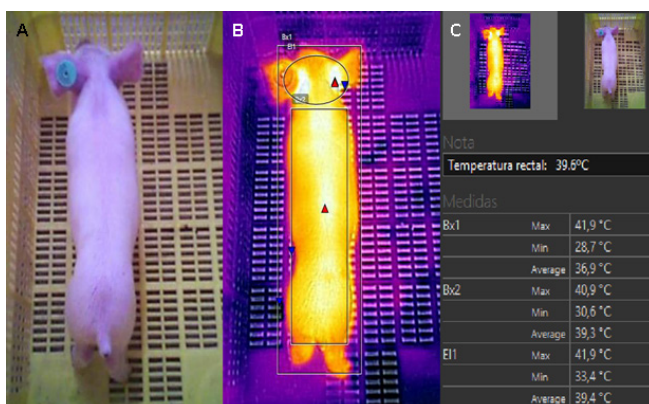
Figura 5. Imagen obtenida mediante FLIR ONE y analizada con la aplicación FLIR TOOLS. A) Imagen real en baja resolución del animal. B) Imagen termográfica con el filtro *Iron* en la que se aprecia el rectángulo para la toma de datos en el lomo (Bx2) y el óvalo para la toma de datos en la base de las orejas (El1). C) Datos máximo, medio y mínimo leído en cada una de las ventanas dibujadas en la imagen térmica

Los lechones se cogieron directamente de las parideras sin someterlos a restricción de espacio previo a la captura de las imágenes. Para poder realizar las capturas sin movimientos del animal, éstos se metieron individualmente en una caja de plástico. Una vez realizada la toma de la imagen con ambas aplicaciones se procedió a la toma de temperatura rectal.

Los animales analizados mostraron una temperatura media de 39,25±0,044 (media±SEM), que correspondería a una temperatura fisiológica. La máxima obtenida fue de 40,9 ºC y la mínima de 37,5ºC.

Las correlaciones de Pearson entre parámetros termográficos obtenidos con la aplicación FLIR ONE aparecen en la tabla 1.

| | Lmax | Lmin | Lmed | Ormax | Ormin | Ormed |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Correlación de Pearson | 0,589(**) | 0,389(**) | 0,496(**) | 0,589(**) | 0,293(**) | 0,508(**) |
| P-valor | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
| N | 205 | 205 | 205 | 205 | 205 | 205 |

Tabla 1. Correlaciones entre parámetros termográficos y la Trec.

La mayor correlación observada se dio entre TLmax y Trec y entre la temperatura máxima de la base de las orejas (TOrmax) y la temperatura rectal. Por el contrario, la correlación obtenida en el caso de las temperaturas mínimas del lomo (TLmin) y la base de las orejas (TOrmin) fue baja. Esto se debe al procesamiento de las imágenes a través de FLIR TOOLS, ya que en la mayoría de las ocasiones la temperatura mínima de las ventanas seleccionadas se encuentra fuera del animal, haciendo referencia a las temperaturas de la superficie de las instalaciones.

Las correlaciones obtenidas entre parámetros termométricos obtenidos con Degree® y temperatura rectal aparecen en la tabla 2.

| | Trec | TLmax | TLmin | TLmed | TOrmax | TOrmin | TOrmed |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Correlación de Pearson | ,470(**) | ,563(**) | ,502(**) | ,545(**) | ,548(**) | ,471(**) | ,567(**) |
| P-valor | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 |
| N | 165 | 165 | 165 | 165 | 165 | 165 | 165 |

Tabla 2. Correlaciones entre parámetros termométricos.

La correlación entre la temperatura máxima obtenida a partir de Degree (Tdegree) y la temperatura rectal (Trec) fue de 0,470 (p<0’001); además se obtuvieron correlaciones

elevadas con todos los parámetros de termográficos medidos con FLIR.

Con ambas aplicaciones se ha obtenido una buena correlación entre la lectura termográfica cutánea y la temperatura rectal, pero es destacable que la medición de la temperatura cutánea por termografía supone una ventaja notable sobre la termometría clínica rectal porque:

- Se evita la manipulación de los animales, con la reducción en el estrés de los mismos y las consecuencias derivadas de éste.
- Se evita la posible transmisión yatrogénica de patógenos tanto de diseminación oro-fecal como aquellos patógenos respiratorios que se excreten por heces, como podría ser PCV2.
- Se reduce muy notablemente el tiempo necesario para evaluar el estado térmico de los animales, con el consiguiente ahorro de mano de obra y aumento de la eficiencia productiva.
- Todo esto debería incrementar el control de la temperatura de los animales, permitiendo una detección de aquellos que estén mostrando hipertermia y por tanto permite un tratamiento más individualizado y precoz con las ventajas terapéuticas que ello implica.

## Detección de celo mediante termografía

La detección precisa del celo es esencial para mejorar el rendimiento reproductivo en la producción porcina. Hoy se basa en la evaluación combinada de humanos y verracos. Sin embargo, los machos para este propósito son costosos, ya que su productividad es muy limitada comparados con el coste que conllevan y además, cada vez queda más claro que la recela debería hacerse con un grupo de verracos y no con un solo animal, lo que encarece aún más este protocolo.

Además, en zonas cálidas, estando bajo situaciones de estrés por calor, la incidencia de celos silentes aumenta, detectando animales que no muestran claramente reflejo de inmovilidad antes los machos.

El objetivo de este trabajo fue investigar la capacidad de la aplicación Degree® diseñada para la detección de fiebre para encontrar variaciones de temperatura durante el estro tras el destete.

Se registró la temperatura rectal y vaginal de 42 cerdas después del destete durante 7 días mediante termómetro clínico 3 veces al día (mañana, tarde y noche) y simultáneamente se obtuvo una imagen térmica de las áreas vulvares con la aplicación Degree® mediante una cámara térmica FLIROne PRO para Android, acoplada a un teléfono Samsung A6 (Samsung, Corea del Sur). Esta aplicación calcula la temperatura máxima en la imagen, eliminando las temperaturas superiores a 45ºC. Además, a las cerdas se les adhirió, mediante dos puntos de sutura previa anestesia tópica a la piel lateral del cuello un termómetro de registro continuo Thernocron DS1921H-F5 (Maxim Integrated) para registrar

continuamente la temperatura de la piel de las cerdas, leyendo la temperatura cada 5 minutos (2048 registros por animal). El inicio y el final del celo se evaluó visualmente sobre la base de los signos clásicos, como el enrojecimiento de la vulva, la presencia de moco y el reflejo de inmovilización.

De las 42 cerdas estudiadas, se obtuvieron un total de 490 registros termométricos y termográficos y más de 209,000 registros individuales de thermocron.

El área vulvar ofrece una imagen claramente más fría que la piel circundante durante el período de celo (Figura 6).

Una vez analizado el conjunto de datos utilizando la prueba de Mann-Whitney, hubo diferencias significativas en la temperatura vaginal (Figura 7A) con los animales durante el estro que mostraron una temperatura cercana a 0,3ºC más baja que los animales durante los días sin estro ($p < 0{,}001$). Curiosamente, no hubo diferencia entre los días sin estro y de estro para la temperatura termométrica rectal (Figura 7B), la temperatura cervical de la piel registrada por thermocrón (Figura 7C) o la temperatura termográfica de Degree® (Figura 7D).
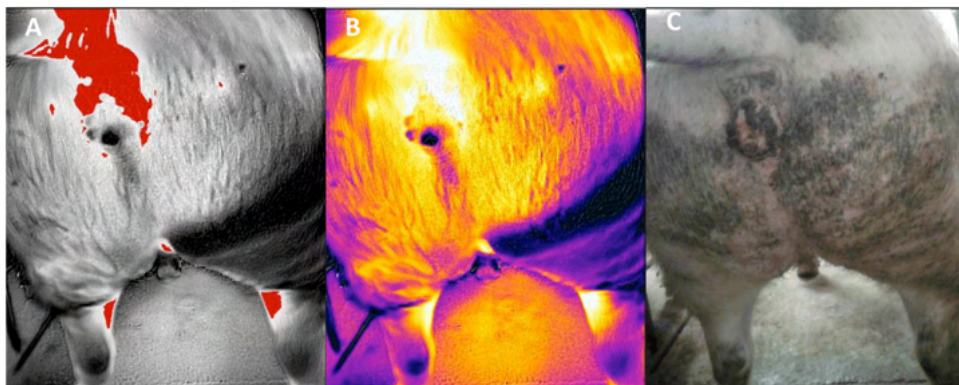
Figura 6: Imágenes térmicas registradas por A) Degree®; que registran la temperatura más alta en rojo; B) la imagen convertida en filtro *Iron*; el blanco son las zonas más calientes y el morado las zonas más frías y C) la imagen real grabada por la cámara FLIROne

Se obtuvieron diferencias significativas entre la temperatura vaginal y la temperatura de la piel registrada por el thermocrón, y la temperatura vaginal y la temperatura rectal en los días sin estro y sin estro.

Hubo correlación entre los diferentes parámetros, que aparecen en la Tabla2.

| | Degree® | Vaginal | Thermocron |
|---|---|---|---|
| Rectal | 0,119 (p=0,008) | 0,115 (p=0,011) | 0,196 (p<0,0001) |
| Degree® | | 0,486 (p<0,001) | 0,248 (p<0,0001) |
| Vaginal | | | 0,125 (p=0,008) |

Tabla 2. Correlación de Spearman entre parámetros analizados

Es notable la correlación entre la temperatura vaginal y Degree2act, ya que ha sido la más alta de todas las correlaciones.

De esta experiencia de validación, se saca alguna información muy valiosa. La primera es que hay una clara disminución de la temperatura vaginal durante los días de estro, sin variación significativa de la temperatura cutánea o rectal.

Además, se ha encontrado una buena correlación entre las mediciones de Degrre® y la temperatura vaginal, incluso cuando esta aplicación registra la temperatura más alta. El uso combinado de las termocámras FLIR One y la App Degree® serán en el futuro una herramienta adecuada para detectar el momento del estro, una vez adaptadas para buscar la temperatura mínima en el área vulvar.

Media ± SEM de distintos parámetros obtenidos los días antes y durante el estro A) Temperatura vaginal; B) Temperatura termométrica rectal; C) Registros de thermocron de temperatura de la piel; D) Sistema termográfico Degree2act + FLIROne; E) Diferencia entre temperatura vaginal y cutánea obtenida por Thermocron y F) Diferencia entre temperatura vaginal y rectal.

## CONCLUSIONES

La termografía, más allá del uso clásico de evaluación de calidad térmica de las instalaciones de animales, se presenta como una alternativa interesante para la cría de animales de precisión.

El abaratamiento que han tenido los equipos en el último lustro, hace que sea una herramienta asequible y nos planteemos seriamente su implementación en porcinocultura. Este articulo muestra tres usos alternativos para la termografía, que van desde la detección de lechones neonatos hipotérmicos, que en nuestro estudio supusieron un 80% de las bajas registradas. Por tanto, la termografía ayudaría a decidir que animales hay que someter a manejos adicionales para mejorar su supervivencia.

Igualmente, la detección de fiebre en lactantes nos ayudará a detectar precozmente enfermedades como las diarreas que pueden acuciar a los animales en esta fase productiva.

Finalmente, esta técnica puede ayudarnos en la detección eficiente de celo y por tanto mejorar el rendimiento reproductivo de las granjas.

La principal fortaleza de la termografía es la facilidad de uso y, sobre todo, el ahorro de tiempo y por tanto de mano de obra. Las debilidades son la necesidad de contar con equipos especializados; las termocámaras, y que aún tenemos que refinar la influencia que pueden tener factores ambientales como la luminosidad, la temperatura o la humedad relativa en el rendimiento de dichos equipos.

## REFERENCIAS


Chung TH, Jung WS, Nam EH, Kim JH, Park SH, Hwang CY. Comparison of rectal and infrared thermometry for obtaining body temperature of gnotobiotic piglets in conventional portable germ free facility. Asian-Australasian J Anim Sci. 2010;23(10):1364–1368

Galindo, I., Sánchez, P., Sandoval, H., Martínez-Alarcón, L., Mendonça, L., Ramis, G. Validación de termografía mediante smartcamara FLIR ONE para determinar variaciones de temperatura en lechones lactantes. Proceeding del XVIII Congresso de ABRAVES. Goiánia, Brasil, 17 a 19 de octubre de 2017

Kammersgaard TS, Malmkvist J, Pedersen LJ. Infrared thermography – a non-invasive tool to evaluate thermal status of neonatal pigs based on surface temperature. Animal. 2013;7(12):2026–2034.

Olarte CW, Botero AM, Zabaleta BC. Aplicación de la termografía en el manteniemiento predictivo. Sci Tech. 2011;(48):253–256.

Ramis G, Sánchez P, Úbeda JL. Validation study of thermography camera: preliminar results. Proceeding del 9th ESPHM, Pp: 283. Praga, 3-5 Mayo 2017.

Tuchscherer M, Puppe B, Tuchscherer A, Tiemann U. Early identification of neonates at risk: traits of newborn piglets with respect to survival. Theriogenology. 2000;54(00):371–388.

# CAPÍTULO 3

# MENSURAÇÃO DA SUPERFÍCIE DE GARUPA DE NOVILHAS DA RAÇA NELORE (*Bos taurus, indicus*)

*Data de aceite: 01/02/2022*
*Data de submissão: 10/01/2022*

**Welington Hartmann**
Universidade Tuiuti do Paraná
Curitiba – PR
http://lattes.cnpq.br/1128697528473748

**Jessica Aparecida Farias**
Fazenda São Geraldo
Chapada de Areia – TO
http://lattes.cnpq.br/8062631577737578

**RESUMO:** A pecuária de corte brasileira preconiza a utilização de touros melhoradores que contribuam para maior peso ao nascer à sua progênie, e consequentemente maior ganho de peso com o objetivo da antecipação da idade de abate. Para o êxito dessa atividade é necessária a seleção de matrizes que apresentem superfície de garupa compatível a fim de se evitar partos distócicos. Nesse trabalho foram realizadas mensurações em garupas de nulíparas da raça Nelore, criadas na Fazenda São Geraldo em Chapada de Areia, Tocantins, de 2 de fevereiro a 12 de abril de 2021, totalizando 20 fêmeas. As avaliações foram realizadas no momento da inseminação artificial, aos 13 meses de idade, com hipômetro, medindo-se a largura cranial e o comprimento da garupa. O resultado médio obtido foi 1.462,4 (± 204) $cm^2$, considerado acima do limite mínimo para a raça e idade, constituindo resultado promissor para a característica facilidade de partos. A mensuração da garupa constitui uma informação importante nas provas de touros, em suas progênies, e deve ser critério para seleção das matrizes.
**PALAVRAS-CHAVE:** Bovinocultura; ezoognosia; reprodução.

## MEASUREMENT OF RUMP SURFACE IN NELLORE HEIFERS (*Bos taurus, indicus*)

**ABSTRACT:** Brazilian beef cattle advocate the use of improving bulls that contribute to higher birth weight at birth to their progeny, and consequently greater weight gain in order to anticipate the slaughter age. For the success of this activity, it is necessary to select females that present compatible rump surface in order to avoid dystocic deliveries. In this work, measurements were performed in rumps of Nellore heifers, reared at Farm São Geraldo in Chapada de Areia, Tocantins, from February 2 to April 12, 2021, totaling 20 females. The evaluations were performed at the time of artificial insemination, at 13 months, measuring the cranial width and length of the rump. The mean result obtained was 1,462.4 (± 204) $cm^2$, considered above the minimum limit for race and age, constituting a promising result for the characteristic ease of births. The measurement of the rump is an important information in the bull tests, in their progenies, and should be a criterion for the selection of cows.
**KEYWORDS:** Cattle farming; ezoognosia; reproduction.

## INTRODUÇÃO

A raça Nelore é majoritária na região Centro Oeste do Brasil, responsável pela modernização da pecuária nacional. A história da bovinocultura no Brasil se confunde com a história das primeiras importações do Nelore, a partir dos touros Arjun, Kakinada, Suvarna e Vijaya Narayana trazidos diretamente à Fazenda Indiana pelo pecuarista Celso Garcia, selecionados pelo médico veterinário Aurelino Menarim em 1960 (SOUZA, 2018). Estima-se que essa raça participa em 80 % da produção de carne bovina no país (GUIMARÃES e FARIA, 2010). Atualmente é preconizada a utilização de touros melhoradores que contribuam para maior peso ao nascer à sua progênie, e consequentemente maior ganho de peso com o objetivo da antecipação da idade de abate. Ao mesmo tempo deve-se ter atenção à seleção de matrizes que apresentem superfície de garupa compatível a fim de se evitar partos distócicos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda São Geraldo, localizada na cidade de Chapada de Areia no Estado do Tocantins, entre 2 de fevereiro e 12 de abril de 2021. A fazenda atua no ramo de cria, recria e engorda de bovinos de corte com o objetivo de produzir genética melhoradora, contando também com a implantação de biotecnologias da reprodução, como inseminação artificial em tempo fixo (IATF). Durante o manejo de inseminação foram realizadas as medidas de garupa de 20 novilhas submetidas à primeira IATF, devidamente contidas, com idades de 15 a 18 meses. A largura de garupa foi medida com auxílio do hipômetro, compreendendo a distância entre as asas dos íleos, de acordo com CARVALHO e MOURA (2018). Quanto maior a largura, mais facilidade o animal terá no parto, além de proporcionar melhor suporte dorsal do úbere. O comprimento de garupa foi medido da tuberosidade sacral do ílio até a tuberosidade isquiática (comprimento de garupa). Os dados serão analisados por meio de regressões múltiplas por meio do programa Assistat® versão 7.7 pt.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados individuais de comprimento de garupa x largura entre íleos podem ser observados na Tabela 1. A média foi 50 (± 3,6) cm x 29,2 (± 2,4) cm, respectivamente, que corresponde a 1.462,4 (± 204,0) $cm^2$.

| NOVILHA | MEDIDA DE GARUPA (cm) (Comprimento x Largura entre íleos) | SUPERFÍCIE DE GARUPA ($cm^2$) |
|---|---|---|
| 1. | 45 x 30 | 1.350 |
| 2. | 57 x 33 | 1.881 |
| 3. | 52 x 31 | 1.612 |
| 4. | 59 x 32 | 1.888 |
| 5. | 48 x 26 | 1.248 |
| 6. | 52 x 29 | 1.508 |
| 7. | 47 x 28 | 1.316 |
| 8. | 47 x 26 | 1.222 |
| 9. | 45 x 26 | 1.170 |
| 10. | 50 x 28 | 1.400 |
| 11. | 46 x 26 | 1.196 |
| 12. | 50 x 25 | 1.250 |
| 13. | 48 x 30 | 1.440 |
| 14. | 53 x 30 | 1.590 |
| 15. | 49 x 30 | 1.470 |
| 16. | 50 x 30 | 1.500 |
| 17. | 52 x 29 | 1.508 |
| 18. | 50 x 31 | 1.550 |
| 19. | 50 x 30 | 1.500 |
| 20. | 50 x 33 | 1.650 |
| MÉDIA (± Desvio-padrão) | 50 (± 3,6) x 29,2 (± 2,4) | 1.462,4 (± 204,0) |

TABELA 1: Comprimento de garupa e largura entre ísquios de novilhas Nelore nulíparas aos 13 meses de idade.

Entre as novilhas mensuradas, oito apresentaram medidas inferiores à média, constituindo um fator preocupante em relação a distocias.

## CONCLUSÃO

A biometria em bovinos contribui para os avanços do melhoramento genético. Nesse trabalho ficou demonstrada a importância da seleção para comprimento de garupa e largura entre ísquios para facilidade de parto e alojamento adequado da glândula mamária. A mensuração da garupa constitui uma informação importante nas provas de touros, em suas progênies, e deve ser critério para seleção das matrizes.

## REFERÊNCIAS


CARVALHO, J. E. C.; MOURA, J. F. P. **Desempenho ponderal e características morfométricas de bovinos Sindi criados em ambiente semiárido**. In: XV Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande – PB, 2018.

GUIMARÃES, P. H. R.; FARIA, C. U. **Caracterização da raça Nelore Mocho no Brasil: Revisão bibliográfica**. Pubvet, v. 4, n. 37, p. 956-961. 2010.

SOUZA, L. **Fazenda Indiana – 100 anos de Seleção**. Acervo Nelore, 2018. Disponível em: https://acervonelore.wordpress.com/2018/01/29/fazenda-indiana-100-anos-parte-02/. Acesso em 26.08.2021.

# CAPÍTULO 4

# BEM-ESTAR DE BOVINOS DE LEITE NA MICRORREGIÃO DE ERECHIM – RS: PRINCÍPIOS DE BOA SAÚDE E COMPORTAMENTO APROPRIADO

*Data de aceite: 01/02/2022*
*Data de submissão: 01/12/2021*

**Nerandi Luiz Camerini**
Universidade Federal da Fronteira Sul
Erechim – RS
http://lattes.cnpq.br/1465717046390476

**Diego Azevedo Mota**
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Instituto de Ciências Agrárias/ICA
Unaí – MG
https://orcid.org/0000-0001-5959-3646

**Aline Fachin Martíni**
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, Departamento de Ciência do Solo
Piracicaba-SP
https://orcid.org/0000-0001-7704-654X

**Bruna Laurindo Rosa**
Universidade Federal do Acre. Centro de Ciências Biológicas e da Natureza/CCBN. Programa de Pós-graduação em Sanidade e Produção Animal Sustentável na Amazônia Ocidental/PPGESPA
Rio Branco – AC
https://orcid.org/0000-0002-1390-7803

**Samuel de Paula**
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, Departamento de Fitopatologia e Nematologia
Piracicaba-SP
https://orcid.org/0000-0001-9095-4032

**Márcia Maria Oziemblowski**
Supervisora de qualidade do leite à Campo, Laticínios Unibom
Água Santa – RS
http://lattes.cnpq.br/9352794638263588

**RESUMO:** Objetivou-se caracterizar o bem-estar animal de propriedades leiteiras localizadas na microrregião de Erechim-RS e que tivessem seu sistema de produção baseado nos animais com acesso a pastagens. Para avaliar os princípios de bem-estar animal foram utilizados os princípios de boa saúde e comportamento apropriado. Para tanto, 10 propriedades produtoras de leite foram visitadas e avaliadas, no período de agosto de 2016 a fevereiro de 2017. Os resultados foram submetidos à análise de Clusters, onde foram formados 3 grupos com características de bem estar semelhantes. O primeiro composto pelas propriedades 9, 10, 7 e 3 (4 propriedades); o segundo composto pelas propriedades 2 e 4 (2 propriedades); e o terceiro composto pelas propriedades 1, 6, 5 e 8 (4 propriedades). Pode-se observar que foram encontrados escores de bem-estar insatisfatório referentes às medidas corrimento nasal, corrimento ocular, e diarreia para o grupo 1; corrimento nasal, corrimento vulvar, diarreia e distocia para o grupo 2; e corrimento nasal, contagem de células somáticas, mortalidade, distocia e síndrome de vaca caída para o grupo 3. E, para os 3 grupos referente ao indicador relação homem-animal. Pode-se admitir que o bem-estar dos bovinos de leite da microrregião de Erechim-RS, encontra-se regular.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estresse; leite a base de

pasto; relação homem-animal; Welfare Quality.

## CATTLE WELFARE OF MILK IN THE MICRO-REGION OF ERECHIM – RS: GOOD PRINCIPLES HEALTH AND APPROPRIATE BEHAVIOR

**ABSTRACT:** The objective was to characterize the animal welfare of dairy farms located in the micro region of Erechim-RS and that had their production system based on the animals with pasture access. To evaluate the principles of animal welfare were used the principles of good health and appropriate behavior. Next, 10 milk producing properties were visited and evaluated, from August 2016 to February 2017. The results were submitted to Cluster analysis, where 3 groups with similar well-being characteristics were formed. The first compound consists of properties 9, 10, 7 and 3 (4 properties); the second compound by properties 2 and 4 (2 properties); and the third compound by properties 1, 6, 5 and 8 (4 properties). It can be observed that unsatisfactory well-being scores were found regarding measures of nasal discharge, ocular discharge, and diarrhea for group 1; runny nose, vulvar discharge, diarrhea and dystocia for group 2; and nasal discharge, somatic cell count, mortality, dystocia, and fallen cow syndrome in group 3. And for the 3 groups, referring to the man-animal relationship indicator. It can be assumed that the well-being of milk cattle in the Erechim-RS micro-region is regular.
**KEYWORDS:** Man-animal relationship; pasture-based milk; stress; Welfare Quality.

## INTRODUÇÃO

O bem-estar dos animais de produção foi deixado em segundo plano pela busca de melhores índices zootécnicos. Contudo, os produtos oriundos de sistemas de mais alto grau de bem-estar apresentam valores agregados, atendendo à demanda de um nicho de mercado (Molento, 2005). Neste sentido, é de fundamental importância o desenvolvimento de pesquisas na área de diagnóstico de bem-estar, visando direcionar a elaboração de protocolos de manejo do bem-estar animal nos sistemas produtivos.

Geralmente, os estudos que descrevem os fatores envolvidos ao bem-estar animal na bovinocultura leiteira, têm sido feitos em outros países, e muitas vezes em sistemas de criação confinada (Breuer et al., 2000; Hemsworth et al., 2000; Hemsworth et al., 2003). Nos sistemas de produção adotados no Brasil a busca é por animais de maior produtividade, gerando maior ocorrência de sistemas de confinamento total (responsável por 50%), seguido pelo semiconfinamento (33%) e os demais sistemas (17%) baseados em pastagens (Lopes et al., 2012). Contudo, o Brasil é um país que permite o uso em grande escala do sistema de produção a pasto, pela disponibilidade de área e pelas condições de clima e solo. Dessa forma, é de fundamental importância o desenvolvimento de trabalhos, que avaliem o bem-estar de bovinos de leite inseridos neste sistema (Mota et al., 2018).

Para tanto, este trabalho objetivou avaliar e classificar em termos qualitativos e quantitativos o bem-estar animal de propriedades leiteiras da microrregião de Erechim-RS, a partir de alguns princípios de boa saúde e comportamentos apropriados.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar os princípios de boa saúde e comportamento apropriado foram obtidas a partir de seus indicadores e medidas: ausência de injurias (claudicação e alteração do tegumento), ausência de doenças (corrimento nasal, corrimento ocular, corrimento vulvar, diarreia, tosse, respiração dificultada, contagem de células somáticas, mortalidade, distocia, síndrome da vaca caída e incidência de carrapatos), ausência de dor induzida por procedimentos de manejo (mochamento/descorna e corte da cauda), expressão de comportamentos sociais (comportamentos agonísticos), expressão de outros comportamentos (acesso ao pasto), e relação homem-animal (teste de esquiva); de acordo com o protocolo Welfare Quality® (2009) adaptado por Pinto et al., (2013), com algumas modificações, sendo essas relacionadas à contagem de células somáticas (CCS), que era preconizada na metodologia através da avaliação individual deste índice durante 3 meses, contudo, devido a não realização desta análise de maneira individual, foi tomada a medida da contagem de células somáticas (CCS) do leite presente no tanque de refrigeração das propriedades, também durante 3 meses, bem como, aqueles que antecederam à visita na propriedade, sendo que todo trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Desse modo, 10 propriedades produtoras de leite, a base de pasto, da microrregião de Erechim-RS, foram visitadas, no período de agosto de 2016 a fevereiro de 2017, e assim avaliadas conforme o número de vacas lactantes presentes nelas. No total, 209 animais foram avaliados e diagnosticados. Vale lembrar que vacas secas e novilhas prenhas, quando mantidas junto as lactantes também foram avaliadas na maioria dos critérios. A amostragem dos animais analisados foi feita com base no protocolo Welfare Quality® (2009).

Para avaliar claudicação, levou-se em consideração a porcentagem de animais com sinais de claudicação, considerando-se claudicação moderada quando o animal apresentava ritmo temporal imperfeito no tranco criando uma mancação, e claudicação severa quando apresentava forte relutância em suportar peso sobre um ou mais membros afetados. E para avaliar alteração no tegumento considerou-se a porcentagem de animais com ou sem a presença de manchas sem pelos, lesões e inchaços (ambos maiores de 2 cm de diâmetro). Como critérios de caracterização utilizou-se para manchas sem pelos: área com pelo perdido, pele não danificada, desbaste intenso da pelagem devido a parasitas, e hiperqueratose; e para lesões e inchaços utilizou-se: pele danificada seja na forma de crosta ou uma ferida, dermatite devido a ectoparasitas, tetos total ou parcialmente ausentes, lesões na orelha devido a marcas auriculares arrancadas e marcação com ferro quente.

Para avaliar corrimento nasal foi levado em consideração o animal que apresentasse um fluido claramente visível das narinas, de coloração transparente a amarelo/verde e consistência frequentemente espessa. Bem como para corrimento ocular foi levado em

consideração o animal que apresentasse fluido claramente visível (molhado ou seco) dos olhos, com no mínimo 3 cm de comprimento. E, para corrimento vulvar o animal que apresentasse efluente purulento da vulva ou placas de pus na parte inferior da cauda. Os 3 corrimentos foram pontuados de acordo com a porcentagem.

Avaliando diarreia levou-se em consideração a porcentagem de animais com presença de estrume aquoso abaixo da cauda em ambos os lados, apresentando uma área afetada de pelo menos o tamanho de uma mão.

No que diz respeito à avaliação de tosse, considerou-se o animal que apresentasse uma explosão súbita e ruidosa de ar dos pulmões. Bem como o registro, a nível de rebanho, do número médio de eventos de tosse por animal por 15 minutos. Já para avaliar respiração dificultada levou-se em consideração a porcentagem de animais que por ventura demonstrassem dificuldade de respiração, dita como profunda e trabalhosa, de modo que a expiração é suportada pelos músculos do tronco e acompanhada por um som pronunciado.

A contagem de células somáticas (CCS) foi avaliada através de um questionamento ao produtor, sobre a quantidade de células somáticas (cels $mL^{-1}$ de leite) registrada na análise de amostra contida no tanque, do leite nos últimos 3 meses, bem como a média dos meses que por ventura a CCS fosse maior do que 400.000 cels $mL^{-1}$ de leite. Amostra essa, realizada pelos coletores de leite na propriedade, e fornecida pela indústria receptora desta matéria-prima.

Em relação à mortalidade, distocia e síndrome de vaca caída/deitada, a avaliação consistiu em um questionamento ao produtor sobre: o número de vacas leiteiras que morreram, foram eutanasiadas devido a doenças ou acidentes, ou foram abatidas emergencialmente em sua fazenda, nos últimos 12 meses; o número de partos onde uma importante assistência técnica foi requerida nos últimos 12 meses; e número de casos de vacas sem capacidade de caminhar nos últimos 12 meses; respectivamente, bem como suas porcentagens.

Para avaliar infestação de carrapatos fez-se uma avaliação em um lado do corpo (seleção aleatória) e por trás do animal, registrando o número de fêmeas do carrapato, maiores de 4,5mm no corpo do animal. O valor encontrado foi multiplicado por 2 (considerando que os carrapatos se distribuem do mesmo modo, em ambos os lados). Para calcular a intensidade de infestação o número total de carrapatos foi dividido pelo número de vacas examinadas.

Para mochamento e corte de cauda considerou-se 3 escores: 2 para mochamento e corte de cauda com pasta caustica, 1 para mochamento com ferro quente e corte de cauda com termocauterizador e 0 para não mochamento e não corte de cauda ou para mochamento e corte de cauda com uso de anestésico ou analgésico.

Para comportamento agonístico, foram considerados alguns tipos de comportamentos agressivos observados entre os animais, no pasto, por 60 minutos. Dentre eles cita-se cabeçada, deslocamento, combate, perseguição e perseguição para levantar. E assim

considerou-se o número de animais observados, o número de cabeçadas por período de observação, e o número de deslocamentos (considerando ações de deslocamento, perseguição, combate e perseguir para levantar) por período de observação, fazendo-se a média do número de cabeçadas por animal por hora e média do número de deslocamento por animal por hora.

Já para acesso ao pasto o produtor foi questionado sobre o gerenciamento do pasto, bem como a disponibilidade de acesso das vacas ao pasto, através do registro do número de dias por ano.

E para o teste de esquiva o avaliador a uma distância de 2 metros na frente do animal, e a uma velocidade de um passo por segundo, com o braço em ângulo de aproximadamente 45º do corpo, aproximou-se, dirigindo o dorso da mão em direção ao focinho do animal, continuando a caminhar em direção ao mesmo, até perceber os sinais de retirada do animal ou até tocar o focinho. No caso de retirada a distância de esquiva foi estimada igual à distância (cm) entre a mão e o focinho no momento da retirada, e assim classificado em: animal tocado, distância de fuga a menos de 50 cm, distância de fuga entre 50 e 100 cm e distância de fuga a mais de 100 cm. E posteriormente pontuados com suas porcentagens.

As propriedades visitadas pertenciam aos municípios de Barão de Cotegipe, Getúlio Vargas, São Valentin, Viadutos, Entre Rios do Sul e Carlos Gomes, todos pertencentes à microrregião de Erechim.

Após analisados, registrados e classificados todos os critérios e medidas indicadoras de bem-estar animal, foi feita uma análise estatística pela metodologia de Clusters, com o intuito de agrupar propriedades com características semelhantes e a partir dos dados obtidos foi realizada uma análise descritiva de cada grupo, bem como da microrregião de Erechim.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados coletados, ao serem submetidos à análise de agrupamento, metodologia de Clusters, formaram três grupos. O primeiro composto pelas propriedades 9 (29 animais), 10 (22 animais), 7 (10 animais) e 3 (12 animais), totalizando 73 animais; o segundo composto pelas propriedades 2 (14 animais) e 4 (32 animais), totalizando 46 animais; e o terceiro composto pelas propriedades 1 (19 animais), 6 (24 animais), 5 (27 animais) e 8 (20 animais), totalizando 90 animais. Os quais são apresentados a seguir, discriminando seus resultados.

Ao tratar do princípio boa saúde vale salientar que o nível de saúde dos animais de produção define-se como um nível de bem-estar e de equilíbrio entre um organismo e seu meio e, quando o animal não se adapta ao mesmo, a doença é o resultado dessa inadaptação (Bond et al., 2012).

Animais que apresentam doenças do casco, distribuem o peso corporal de maneira desigual entre os quatro membros, e assim, alterações na locomoção, bem como claudicação, e dor são características comuns dessas doenças (Bond et al., 2012). Conforme pode ser observado na Tabela 1, casos de claudicação moderada foram observados nos três grupos formados, com valores de 04,58%, 05,14% e 10,64%, respectivamente. No entanto casos de claudicação severa foram registrados em somente um deles.

| **Grupo (nº animais)** | C[a] | | | AT[a] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sem | Mod. | Sev. | Suav. | Sev. | Sem |
| 1 (73) | 95,42 | 04,58 | 00,00 | 11,02 | 10,72 | 83,98 |
| 2 (46) | 94,87 | 05,14 | 00,00 | 10,72 | 04,69 | 84,60 |
| 3 (90) | 87,28 | 10,64 | 02,08 | 08,37 | 06,89 | 84,75 |

[a]%

Tabela 1: Média dos grupos em relação ao indicador de boa saúde, ausência de injúrias, bem como das medidas Claudicação (C – sem claudicação (Sem), claudicação moderada (Mod.) e claudicação severa (Sev.)) e Alteração de Tegumento (AT – sem alterações (Sem), suaves alterações (Suav.) e severas alterações (Sev.)).

Desse modo, embora as afecções do casco destacam-se pelas culminantes incidências, corroborando com Bond et al., (2012), admite-se que a baixa incidência encontrada é característica do sistema de criação em pasto, que pela menor restrição comportamental, proporciona maior grau de bem-estar aos animais.

Ao se tratar de alteração de tegumento pode-se analisar que aproximadamente 85% dos animais, de todos os grupos, não apresentaram alterações. De tal modo que suas médias, sejam elas oriundas de alterações suaves ou severa, não ultrapassaram 11,02%. Valores bons quando comparados com os obtidos por Coignard et al. (2013) de 41,3 % de aninais com nenhuma lesão. Isso provavelmente se deve ao fato de que os animais em estudo não são criados em sistema confinado e/ou em cubículo ou baias, contrastando os resultados obtidos por Coignard et al. (2013), os quais concluíram que a incidência de lesões no tegumento foi maior nos rebanhos criado em cubículos ou baias.

Ainda se tratando de boa saúde, admite-se que, esta por sua vez em produção animal, diz respeito às necessidades físicas, fisiológicas e comportamentais (psíquicas) do animal, as quais refletem nas condições satisfatórias de vida (ausência de ferimentos ou doenças), e consequentemente na melhoria do seu potencial genético, em condições economicamente rentáveis e ausentes de qualquer ímpeto ou inconveniente para o consumidor (Bond et al., 2012). Sendo assim, ao analisar a Tabela 2, pode-se admitir que das medidas analisadas, a maioria apresentou escores insatisfatórios para este indicador.

Corrimento nasal foi uma das variáveis em que as médias foram mais discrepantes. Os três grupos apresentaram animais com evidências de corrimento nasal a uma

porcentagem consideravelmente alterada, quando comparada à taxa de 2,6% encontrada, em apenas uma propriedade avaliada por Garcia (2009).

| **Grupo** | CN[a] | CO[a] | CV[a] | D[a] | T[b] | RD[a] | CCS[c] | M[a] | Dis.[a] | SVC[a] | IC[b] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 19,84 | 10,03 | 02,95 | 07,59 | 00,02 | 00,00 | 60.532,50 | 04,36 | 02,00 | 02,00 | 00,08 |
| 2 | 25,67 | 00,00 | 12,28 | 10,27 | 00,04 | 00,00 | 357.000,00 | 01,57 | 03,57 | 00,00 | 00,00 |
| 3 | 19,73 | 00,00 | 03,95 | 02,63 | 00,06 | 00,00 | 521.086,50 | 08,22 | 10,07 | 10,43 | 00,03 |

[a]%; [b] média (nº/animal); [c]cels $mL^{-1}$ de leite

Tabela 2: Média dos grupos em relação ao indicador de boa saúde, ausência de doenças, bem como das medidas Corrimento Nasal (CN), Corrimento Ocular (CO), Corrimento Vulvar (CV), Diarreia (D), Tosse (T), Respiração Dificultada (RD), Contagem de Células Somáticas (CCS), Mortalidade (M), Distocia (Dis.), Síndrome de Vaca Caída (SVC) e Incidência de Carrapatos (IC).

Caso os valores de tosse e respiração dificultada encontrados, também fossem evidentes, se poderia desconfiar de doenças respiratórias nesses rebanhos. No entanto, como os valores de respiração dificultada são nulos para todos os grupos e os de tosse são respectivamente 00,02; 00,04 e 00,06 eventos de tosse por animal, valores esses considerados insignificativos, admite-se que os altos índices de corrimento nasal podem estar relacionados com condições de manejo e higiene, principalmente com condições de alimentação e instalação.

Já em relação ao corrimento ocular, somente o grupo 1 (um) apresentou evidências dessa medida, com valores de 10,03%, maiores que os 6,4 e 8,6% encontrados por Garcia (2009); enquanto os outros 2 não apresentaram animais com esses sinais. No entanto, em se tratando de corrimento vulvar pode-se observar que os três grupos apresentaram animais com evidências desse corrimento, contudo, os grupos 1 (um) e 3 (três) apresentaram valores mais baixo, quando comparados aos 12,28% registrados no grupo 2 (dois). Este grupo, por sua vez, chama a atenção pelo fato, alertando a causa de possíveis problemas ou doenças relacionadas ao sistema reprodutivo do animal.

No que diz respeito à diarreia pode-se perceber que os três grupos apresentaram animais com diarreia, bem como médias que variaram de 02,63% a 10,27%. E, embora estes níveis não sejam tão elevados, tendo em vista que a diarreia é uma doença comum, é necessário maior cuidado, principalmente no que diz respeito à alimentação e ao pastejo do rebrote.

Por conseguinte, admite-se que a mastite, em especial, é considerada a principal doença da bovinocultura leiteira. E, esta por sua vez, além de alterar a composição físico-química do leite, leva à redução na produção e ao aumento expressivo do número de células somáticas (CCS). As quais também são utilizadas para monitorar a saúde dos rebanhos leiteiros (Ribeiro et al., 2009). Nesse contexto, ao avaliar a tabela 2, compreende-se que as propriedades do grupo 3 estão fora das conformidades exigidas pela Instrução Normativa

nº 62, pois apresentam CCS maior que 400.000 cels $mL^{-1}$ de leite. Isso provavelmente é reflexo de problemas de manejo, principalmente relacionados à higiene de ordenha e/ou animais com mastite, como já supracitado.

Ao levar em consideração mortalidade, distocia e síndrome de vaca caída, admite-se que, com exceção do grupo 2 para a medida síndrome de vaca caída, os valores encontrados são razoavelmente altos, principalmente os encontrados no grupo 3 para as três medidas. Embora não se tenha conhecimento das possíveis causas de mortalidade julga-se expressivos os valores encontrados, podendo estes ser oriundos de alguma doença e/ou complicação que possam afetar o rebanho inteiro.

Com relação à distocia, de acordo com Garcia (2009), as propriedades pertencentes ao grupo 3 apresentaram limiar de alarme para a medida distocia, pois apresentaram percentual de partos distócicos maior que 5,5%. E, as propriedades pertencentes ao grupo 2 apresentaram limiar de alerta, devido ao percentual ser superior a 2,25%.

Esse expressivo percentual de partos distócicos pode estar relacionado a vários fatores, dentre eles vale frisar raça, conformação da vaca e ou do touro, números de partos, duração de gestação, condições que se encontram as vacas, peso corporal, épocas do parto, números de fetos, sexo do bezerro (machos são responsáveis duas ou três vezes mais por distocia do que fêmeas) e, sobretudo posição do feto no útero Andolfo et al., (2014).

Já em relação à síndrome de vaca caída, alerta-se principalmente as propriedades do grupo 3, pois este problema pode ser oriundo de manejos alimentares, principalmente voltados ao balanceamento de alimentos e ao fornecimento de minerais, como cálcio; tendo em vista que esta doença também é conhecida por hipocalcemia, significando deficiência de cálcio.

Em contrapartida, ao analisar a medida infestação e/ou incidência de carrapatos, todos os grupos apresentaram valores satisfatórios, pois suas médias não ultrapassaram 00,08 carrapatos por animal. Isso provavelmente é resultado do clima da região (temperado), quando se leva em consideração que as condições favoráveis para seu desenvolvimento são de climas tropicais e subtropicais Azêvedo et al., (2008).

No que diz respeito à ausência de dor induzida por procedimentos de manejo, conforme se pode observar na tabela 3, somente as propriedades do grupo 2 (dois) realizam mochamento/descorna com o auxílio de pasta cáustica, método considerado mais estressante ao animal, quando comparado ao ferro quente, método utilizado pelas demais propriedades (grupos 1 e 3). Ainda se tratando de dor induzida por procedimentos de manejo, pode-se analisar que nenhum grupo realiza o corte de cauda. Desse modo, em um contexto geral admite-se bem-estar desejado para esse indicador de boa saúde.

| Grupo | M/D | CC |
|---|---|---|
| 1 | 1[a] | 0[c] |
| 2 | 2[b] | 0[c] |
| 3 | 1[a] | 0[c] |

[a] escore 1: mochamento com ferro quente; [b] escore 2: mochamento com pasta caustica; [c] escore 0: não corta.

Tabela 3: Média dos grupos em relação ao indicador de boa saúde, ausência de dor induzida por procedimento de manejo, bem como das medidas Mochamento/Descorna (M/D) e Corte de Cauda (CC).

Segundo Malafaia et al., (2011) sendo os bovinos animais que vivem em grupo (gregários), a competição pelos vários recursos ambientais entre eles é uma constante vista diariamente, podendo assim dar origem a interações agressivas e uma série de comportamentos incomuns. No entanto, é de suma importância saber distinguir comportamentos oriundos do empobrecimento ambiental, e comportamentos oriundos de doenças ou carências nutricionais, para que através de históricos, melhores condições de criação sejam inseridas e possíveis erros de manejo sejam corrigidos.

Em se tratando de comportamento apropriado; em avaliação de comportamentos agonísticos obteve-se valores relativamente baixos para os 3 grupos, de tal modo que as médias não ultrapassaram 0,12 cabeçadas/animal e 0,10 deslocamentos/animal, para cabeçadas e deslocamento respectivamente, como pode ser observado na Tabela 4, classificando-se por sua vez como satisfatório.

No que diz respeito a interações entre homens e animais, Peters et al., (2007) ressaltam que, tendo em vista as atividades de rotina diária, a relação homem-animal é dada por uma série de interações, podendo estas serem táteis, visuais, olfativas, gustativas e auditivas, e serem classificadas como positivas (tapinhas leves, coçadas no pescoço, escovação no pelo, presença enquanto os animais se alimentam, nomeando-os, assobios, carícias, tom de voz suave), neutras ou negativas, também ditas aversivas (gritos, intenso ruído, tom de voz alterado durante a ordenha, tapas, chutes, empurrões, uso de objetos para condução como pedaços de pau, choques e ferrão).

E, baseados em vários estudos realizados, esses autores asseguram que melhorias de bem-estar são atingidas quando ações agradáveis táteis, como tapinhas na região da garupa, carícias e mão descansando sobre as costas dos animais são praticadas em concomitância com tom suave de voz.

Nesse contexto, de acordo com Bond et al., (2012) para indicar a qualidade de manejo em propriedades, avaliações como distância de fuga podem ser utilizadas. Corroborando com eles, Honorato et al., (2012) também citam que indicadores comportamentais como fuga, evitação e defecção podem ser avaliados nos animais como indicadores da emocionalidade destes. Para tanto, o teste de esquiva foi realizado com 209 animais,

distribuídos nos 3 grupos.

E, como se pode observar poucos foram os animais que permitiram ser tocados: 39,60% dos animais do grupo 1; 30,14% dos animais do grupo 2 e 12,69% dos animais do grupo 3. Valores esses considerados baixos quando comparados aos aproximados 60%, 70% e 87% de animais que se esquivaram nos 3 grupos respectivamente. Isso provavelmente é reflexo de atitudes negativas, transmitidas na interação homem-animal ocasionando medo ao animal.

Desse modo, é importante ressaltar que a melhoria da qualidade das relações entre homens e animais pode ser atingida através da educação dos envolvidos nessa atividade, seja por programas de extensão, treinamento ou outros de fins educativos Honorato et al., (2012).

No quesito expressão de outros comportamentos, em se tratando de acesso ao pasto e seu gerenciamento, de acordo com os resultados obtidos, nos 2 primeiros grupos os animais tem acesso ao pasto o ano todo (365 dias), já no grupo 3 os animais têm acesso ao pasto durante 360 dias. Diante desses resultados, consideram-se ótimos os valores encontrados, pois a criação de bovinos em áreas de pastagens sempre garantirá uma ótima qualidade de bem-estar, pois proporciona expressão de comportamento natural e facilidade de movimento.

| Grupo | CA[1] | | AP | TE | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Cab. | Des. | DP | To | < 50 cm | > 50 < 100cm | > 100cm |
| 1 | 0,08 | 0,09 | 365,00 | 39,60 | 17,16 | 5,14 | 38,11 |
| 2 | 0,12 | 0,10 | 365,00 | 30,14 | 22,10 | 9,38 | 38,40 |
| 3 | 0,04 | 0,03 | 360,50 | 12,69 | 14,84 | 16,43 | 56,05 |

[a] média (cabeçada ou deslocamento por animal); [b] dias no pasto; [c] horas por dia; [d]%; [e]cm; CA – Cabeçadas (Cab.); Deslocamentos (Des.)

Tabela 4: Média dos grupos em relação às medidas indicadoras de comportamento apropriado, Comportamento Agonístico; Acesso ao Pasto (AP – Dias no Pasto (DP)); e Teste de Esquiva (TE – Tocado (0), Esquivou a menos de 50 cm (< 50), Esquivou entre 50 e 100 cm (> 50 < 100), Esquivou a mais de 100 cm (> 100)).

Em suma, pode-se observar que foram encontrados escores de bem-estar insatisfatório referentes às medidas corrimento nasal, corrimento ocular, e diarreia para o grupo 1; corrimento nasal, corrimento vulvar, diarreia e distocia para o grupo 2; e corrimento nasal, contagem de células somáticas, mortalidade, distocia e síndrome de vaca caída para o grupo 3. E, para os 3 grupos referente ao indicador relação homem-animal, sendo que todos pode-se caracterizar o bem estar animal como regular, visto que em todos os grupos apresentou problemas nos princípios de boa saúde e/ou comportamento apropriado.

Com base nas informações dispostas neste estudo e levando em consideração os

inúmeros fatores que influenciam o bem-estar animal, faz-se pertinente o desenvolvimento de mais estudos relacionados à interação humano-animal, partindo dos princípios de boa saúde e comportamento apropriado para que, alterações cabíveis, sejam feitas com intuito de melhora. Sejam elas oriundas de programas de treinamento, ou outras formas de extensão.

## CONCLUSÃO

Pode-se admitir que o bem-estar dos bovinos de leite da microrregião de Erechim-RS encontra-se regular.

## REFERÊNCIAS


ANDOLFATO, G.M.; DELFIOL, D.J.Z. Principais causas de distocia em vacas e técnicas para correção: revisão de literatura. **Revista Científica de Medicina Veterinária**. v.12, n.22, p:1-15. 2014.

AZEVÊDO, D.M.M.R.; ALVES, A.A.; SALES, R.O. Principais ecto e endoparasitas que acometem bovinos leiteiros no Brasil: uma revisão. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**. v.2, n.1, p:43-55, 2008.

BOND, G.B.; ALMEIDA, R.D.E.; OSTRENSKY, A.; MOLENTO, C.F.M. Métodos de diagnóstico e pontos críticos de bem-estar de bovinos leiteiros. **Ciência Rural.** v.42, n.7, p:1286-1293, 2012.

BREUER, K.; HEMSWORTH, P.H.; BARNETT, J.L.; MATTHEWS, L.R.; COLEMAN, G.J. Behavioural response to humans and theproductivity of commercial dairy cows. **Applied Animal Behaviour Science**, v.66, n.4, p.273-288, 2000.

COIGNARD, M.; GUATTEO, R.; VEISSIER, I.; DE BOYER DES ROCHES, A.; MOUNIER, L.; LEHÉBEL, A.; BAREILLE, N. Description and factors of variation of the overall health score in French dairy cattle herds using the Welfare Quality® assessment protocol. **Preventive Veterinary Medicine.** v.112, n.3-4, p:296– 308. 2013.

GARCIA P.R. **Sistema de Avaliação do bem-estar animal para propriedades leiteiras com sistema de pastejo.** 182 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Área de Concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2013.

HONORATO, L.A.; HÖTZEL, M.J.; GOMES, C.C.D.E.M.; BARBOSA SILVEIRA, I.D.; MACHADO FILHO, L.C.P. Particularidades relevantes da interação humano-animal para o bem-estar e produtividade de vacas leiteiras. **Ciência Rural.** v.42, n.2, p:332-339, 2012.

HEMSWORTH, P.H.; COLEMAN, G.J.; BARNETT, J.L.; BORG, S. Relationships between human-animal interactions and productivity of commercial dairy cows. **Journal of Animal Science**, v.78, n.11, p:2821-2831, 2000.

HEMSWORTH, P.H.; COLEMAN, G.J.; BARNETT, J.L.; BORG, S.; DOWLING, S. The effects of cognitive behavioral intervention on the attitude and behavior of stockpersons and the behavior and productivity of commercial dairy cows. **Journal of Animal Science**, v.80, n.1, p:68-78, 2002.

LOPES, M. A.; SANTOS, G.; CARVALHO, F. M. Comparativo de indicadores econômicos da atividade leiteira de sistemas intensivos de produção de leite no Estado de Minas Gerais. **Revista Ceres.** v.59, n.4, p. 458-465, 2012.

MALAFAIA, P.; BARBOSA, J.D.; TOKARNIA, C.H.; OLIVEIRA, C.M.C. Distúrbios comportamentais em ruminantes não associados a doenças: origem, significado e importância. **Pesquisa Veterinária Brasileira.** v.31, n.9, p:781-790, 2011

MOLENTO, C.F.M. Bem-estar e produção animal: aspectos econômicos – Revisão. **Archives of Veterinary Science.** v.10, n.1, p:1-11, 2005.

MOTA, D.M.; MELO, T.V.; CAMERINI, N.L.; PIAZZETTA, H.V.L.; CHILANTI, M.; MARTINI, A.F. Avaliação dos princípios de boa alimentação e boa instalação em bovinos de leite na microrregião de Erechim–RS. **Atas de Saúde Ambiental**. vol.6, n.JAN-DEZ, p. 179-190, 2018.

PETERS, M.D.P.; BARBOSA SILVEIRA I.D.; RODRIGUES, C.M. Interação Humano e Bovino De Leite. **Revista Archivos de Zootecnia.** v.56, n.R, p:9-23. 2007.

PINTO, A.L.M.; VIEIRA, F.V.R.; GARCIA, P.R.; SILVA, I.J.O. Manual of good practices for welfare: a proposal for dairy cattle on pasture in Brazil. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v.1, n.2, p. 44-51, 2013.

RIBEIRO, M.G.; GERALDO, J.S.; LANGONI, H.; LARA G.H.B.; SIQUEIRA, A.K.; SALERNO, T.; FERNANDES, M.C. Microrganismos patogênicos, celularidade e resíduos de antimicrobianos no leite bovino produzido no sistema orgânico. **Pesquisa Veterinária Brasileira.** v.29, n.1, p:52-58, 2009.

WELFARE QUALITY®. **Welfare Quality® assessment protocol for cattle.** WelfareQuality® Consortium, Lelystad, Netherlands, 2009. 182p.

# CAPÍTULO 5

## PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO NO BRASIL

*Data de aceite: 01/02/2022*

**Haroldo Wilson da Silva**

**Arleto Tenório dos Santos**

**Luis Eduardo Vieira Pinto**

**Maycon Amim Vieira**

**Pierro Eduardo Perego**

**Thadeu Henrique Novais Spósito**

**RESUMO**: Foram abordados aspectos relacionados à produção de leite a pasto com o objetivo de verificar a viabilidade da exploração da bovinocultura leiteira em pastagem no Brasil, bem como o de avaliar o desempenho de vacas leiteiras quando alimentadas a pasto. Abordou desde a utilização da pastagem até o desempenho produtivo do animal. De modo geral, observa-se que as respostas de produção com animais em pastejo estão condicionadas ao uso racional da pastagem, de modo que este fator de produção representa uma fonte de alimentação econômica para rebanhos destinados à produção de leite. Para que isso ocorra evidencia-se a necessidade de uso intenso do solo, no sentido de se obter forragem na quantidade e na qualidade necessária para o atendimento pleno da necessidade alimentar das vacas, lactantes ou não. Observou-se neste estudo a grande demanda por informações relativas à pastagem como recurso para a produção de leite, o que, complementarmente, justifica este trabalho. Pôde-se concluir que pastagens manejadas corretamente representam uma forma viável, de baixo custo, de nutrição animal na produção de leite bovino.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bovinos leiteiros. Pastagens. Produção de leite.

**ABSTRACT**: Aspects related to pasture milk production were addressed in order to verify the viability of dairy cattle farming in pasture in Brazil, as well as to evaluate the performance of dairy cows when fed pasture. It addressed from the use of pasture to the productive performance of the animal. In general, it is observed that the production responses with grazing animals are conditioned to the rational use of pasture, so that this production factor represents an economic source of food for herds destined for milk production. For this to occur, the need for intense land use is evidenced, in order to obtain fodder in the quantity and quality necessary for the full care of the need for cows, lactating or not. In this study, the great demand for information related to pasture as a resource for milk production was observed, which, in addition, justifies this work. It was concluded that properly managed pastures represent a viable, low-cost form of animal nutrition in the production of bovine milk.

**KEYWORDS**: Dairy cattle. Pastures. Milk production.

### 1 I INTRODUÇÃO

Na bovinocultura leiteira, a alimentação é o componente de maior participação no custo da produção. Sendo assim, por minimizar o uso

de concentrados e tornar o pasto relativamente autossuficiente na alimentação do rebanho leiteiro, a utilização adequada de pastagens pode reduzir consideravelmente os custos de produção de leite.

Esses sistemas de produção de leite, nos quais o pasto é a base da alimentação dos animais, têm prevalecido no Brasil. Esse método – em decorrência das variações climáticas que ocorrem nas estações do ano, independentemente da localização geográfica – requer estratégias para combate à escassez de produção de forragem durante o ano, (SILVA et al., 2010).

Uma das peculiaridades do Brasil em relação à pecuária leiteira é que esta ocorre em todo o território nacional. Contudo, dada às dimensões continentais do país, devido às diferentes condições edafoclimáticas das diversas regiões, verifica-se uma ampla variedade nos sistemas de produção de leite. Nesses sistemas existem desde produtores rudimentares até aqueles altamente tecnificados. (PACIULLO; HEINEMANN; MACEDO, 2005).

Apesar dos obstáculos à produção de leite com animais a pastos no Brasil, o potencial destes sistemas é incontestável, por isso existe uma grande procura por informações, na tentativa de superar as adversidades, atender as necessidades nutricionais dos animais e manter a produção leiteira constante durante o ano todo, (SILVA et al., 2010).

No Brasil, a intensificação dos sistemas de produção de leite a pasto vem crescendo, notadamente, principalmente nas bacias leiteiras situadas nas regiões Sul, Sudoeste e Centro-Oeste. Nessas regiões, o potencial genético dos rebanhos é de melhor qualidade, o processo de intensificação tem sido baseado, também, na utilização de forrageiras de alto rendimento e qualidade para alimentação dos animais (PEREIRA; CÓSER, 2010).

A produção de leite, além do potencial genético, varia de acordo com o estágio de lactação da vaca, e está condicionada à capacidade produtiva da pastagem, bem como ao seu valor nutritivo. Por outro lado, a produtividade e a qualidade da pastagem estão condicionadas à fertilização do solo, bem como ao seu manejo (CECATO et al., 1983).

A utilização de pastagem tropical para produção de leite dá-se no Brasil devido aos baixos custos de produção que propicia. Fatores como a adubação das pastagens e a melhoria do manejo viabilizam a utilização do sistema de lotação rotacionada, permitindo uma maior lotação de animais em pastagens e a eficiência de uso das mesmas (LIMA et al., 2007).

Os sistemas tradicionais de produção de leite, que usa as pastagens de forma extensivas, geralmente, utilizam forrageiras pouco produtivas e de baixa qualidade, manejo inadequado e animais de baixo potencial produtivo. Nestes sistemas, nota-se, ano após ano, a degradação das pastagens, ocasionada pelo processo de esgotamento da fertilidade do solo e, causando, perda significativa da produtividade e do rendimento da atividade (PEREIRA; CÓSER, 2010).

Esta revisão relata alguns experimentos sobre a produção de leite em pastagem no

Brasil, destacando os aspectos da viabilidade de uso correto das pastagens e desempenho produtivo.

## 2 | VIABILIDADE DA PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO

Um sistema de produção de leite a pasto racionalmente conduzido torna viável a atividade leiteira, uma vez que aumenta a disponibilidade de forragem que, por sua vez, é convertida em leite pelas vacas leiteiras.

Os sistemas de produção de leite que utilizam racionalmente a pastagem como fonte predominante de alimentação são a alternativa mais viável em termos econômicos, tornando a produção de leite a pasto uma atividade competitiva, se explorada de forma intensiva (SOUZA, 1997).

Na bovinocultura leiteira a alimentação constitui o componente de maior participação no custo de produção. Uma forma de redução no custo dessa produção se dá pela atividade em sistema de produção de leite com vacas mantidas exclusivamente em pastejo, visto que as pastagens representam a fonte mais econômica para alimentação desses rebanhos (SOUZA, 1997).

Segundo SILVA et al. (2008), a produção de leite a pasto é o sistema mais econômico. A pastagem é a fonte de nutriente mais econômica em qualquer parte do mundo, mais principalmente em países em desenvolvimento.

Além do aspecto econômico, a utilização das pastagens de forma racional contribui para preservação dos recursos renováveis e permite a produção de leite em condições ambientais favoráveis (EBANI, 2009).

As forrageiras constituem-se na fonte de alimento mais importante para a produção de leite, sendo em alguns casos uma forma de sobrevivência de muitos produtores na atividade leiteira. Dessa forma, as gramíneas e leguminosas tornam-se a principal e mais econômica fonte de nutrientes necessários à saúde, ao crescimento e à produção para maioria dos ruminantes (CECATO et al., 2002).

O sistema a pasto é considerado atualmente aquele que apresenta o menor custo. Porém, pastagem de baixa qualidade não condiz com vacas de alto potencial, como também animais de baixa produção não apresenta desempenho em pastagens de alta qualidade. É preciso manter o equilíbrio entre o potencial dos animais, a qualidade da pastagem e o sistema de manejo (LEAL; NASCIMENTO; NASCIMENTO, 2006).

Na Tabela 1 podem ser observados dados de custo de diferentes alimentos volumosos.

| Alimento Volumoso | Produção estimada *Ton. MS /ha/ano | R$ T. MO | R$ T. MS |
|---|---|---|---|
| Pastagem intensiva | 30 | 3,60 | 18,00 |
| Cana + ureia | 25 | 9,20 | 37,00 |
| Silagem de capim elefante | 40 | 11,00 | 40,00 |
| Silagem de girassol | 12 | 19,00 | 64,00 |
| Silagem de sorgo | 18 | 21,00 | 64,00 |
| Silagem de milho | 15 | 24,00 | 68,00 |
| Fenos de gramíneas | 17 | 80,00 | 94,00 |

Tabela 1 - Custos de produção de diferentes alimentos volumosos usados na alimentação de vacas leiteiras

Fonte: Aguiar e Almeida (1998)

*Tonelada

Para a produção de leite a pasto podem ser utilizadas diferentes espécies forrageiras. No entanto, a escolha da espécie deve se dar de acordo com as características da região: clima, solo, temperatura, umidade, radiação solar, entre outros. Além disso, a espécie deve atender às necessidades das vacas leiteiras, com relação aos requerimentos nutricionais exigidos por elas para a otimização das suas principais funções produtivas, a saber, produção de leite e reprodução (CECATO et al., 1983).

O processo de intensificação da produção de leite requer o emprego de forrageiras de elevada capacidade de produção de matéria seca e boa qualidade nutricional. Entre as forrageiras exploradas no Brasil para produção de leite, com destaque encontram-se as espécies: *Pennisetum purpureum cultivares Napier, Cameroon e Pioneiro; Panicum maximum cultivares Tobiatã, Tanzânia e Mombaça; Setaria sphacelata, Cynodon sp. Cultivares estrela, coast-cross e tifton sp e a Brachiaria brizantha cultivar Marandu* (MAGALHÃES et al., 2007).

Apesar de haver algumas dificuldades na produção de leite em pastagem no Brasil, é notório o potencial destes sistemas, tornado grande a demanda por informações na tentativa de contornar as adversidades, suprir os requerimentos nutricionais dos animais e manter produção leiteira constante durante o ano todo (SILVA et al., 2010).

Uma possibilidade em sistemas de produção de leite é a produção estacional exclusivamente a pasto, baseada em forrageiras de alta produção, como as dos gêneros *Panicum* e com animais com potencial produtivo de 2.500 a 3.000 kg por lactação. A produção de leite com essas condições exploraria o potencial de produção por hectare das forrageiras tropicais, na época das águas, que apresenta condições climáticas favoráveis, possibilitando uma alta taxa de lotação (PACIULLO, HEINEMANN, MACEDO, 2005).

## 2.1 Índices produtivos de vacas leiteiras em pastagem

Aumentar a produtividade leiteira no Brasil, de modo a mantê-la sustentável e competitiva é o grande desafio para a pesquisa, haja vista que há grande procura por informações sobre a utilização de forrageiras tropicais manejadas intensivamente para produção de leite, em geral almejando principalmente a redução dos custos de produção por meio do uso mais racional das forrageiras tropicais. Nesse aspecto, vale lembrar que a implantação e o manejo de pastagens produtivas e adaptadas ao ambiente tropical com forragem que possa suprir as exigências nutricionais dos animais devem fazer parte da busca por eficiência, pois a produtividade de rebanhos leiteiros está, entre outros fatores, dependente de seu manejo nutricional (VILELA et al, 2006).

Na tabela 2 encontram-se as produções médias de leite vacas Holandesas x Zebu, manejadas em pastejo rotativo de campim-elefante. Cv. Napier, durante a época das chuvas.

| Tratamentos | Produção de leite (kg) |
|---|---|
| * TO | 11,0 |
| * T60 | 11,6 |
| * T120 | 12,3 |
| Média | 11,6 |

Tabela 2 - Médias de produção de leite diária corrigida ao teor de 4% de gordura dos três tratamentos, durante o período experimental.

*Suplementação concentrada (TO)

*Suplementação com concentrado (T60 e T120) durante os primeiros 60 ou 120 dias de lactação.

Fonte: Deresz et al., (2006).

Pode-se observar que nos tratamentos (T60 E T120) que corresponde aos primeiros 60 ou 120 dias de lactação, houve uma maior produção de leite, refletindo que o aumento deu-se em função da suplementação com concentrado.

Na tabela 3, podem ser observados os dados de produção de leite corrigidos para 4% de gordura, expressos em produção por área (kg/ha) durante os meses de janeiro, fevereiro e março para as três gramíneas.

| | Ciclos de pastejo | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Janeiro | Fevereiro | Março | Total |
| Capim Tanzânia | 1.650 | 1.308 | 1.426 | 4.384 |
| Capim Estrela | 1.652 | 1.116 | 1.096 | 3.864 |
| Capim Marandu | 1.650 | 1.298 | 1.483 | 4.429 |

Tabela 3 - Produção média de leite por área (kg/ha) corrigido para 4% de gordura de vacas Holandês x Zebu, em três gramíneas tropicais durante os meses de janeiro, fevereiro e março de 2004.

Fonte: Deresz et al (2006).

Cóser, Martins e Deresz (2000), “a produção média de leite por área (kg/ha) aumentou à medida que aumentava a taxa de lotação da passagem, muito embora a produção por animal (kg/vaca/dia) tenha decrescido da taxa de lotação cinco para sete vacas/ha”, (Tabela 4).

| | Lotação (vacas/há) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | | 6 | | 7 | |
| Meses | kg/vaca/dia | kg/ha | kg/vaca/dia | kg/ha | kg/vaca/dia | kg/ha |
| Dezembro | 13,9 | 2.085 | 14,3 | 2.574 | 13,5 | 2.835 |
| Janeiro | 13,1 | 1.965 | 13,0 | 2.340 | 12,6 | 2.646 |
| Fevereiro | 11,8 | 1.770 | 12,1 | 2.178 | 11,7 | 2.457 |
| Março | 11,9 | 1.785 | 11,8 | 2.124 | 11,7 | 2.457 |
| Abril | 11,4 | 1.710 | 10,8 | 1.944 | 10,8 | 2.226 |
| Maio | 9,8 | 1.470 | 9,5 | 1.710 | 9,2 | 1.932 |
| Média | 12,0 | | 12,0 | | 11,6 | |
| Total | 10.785 | | 12.870 | | 14.55 | |

Tabela 4 - Produção média de leite (kg/vaca) e por hectare (kg) em pastagem de capim-elefante manejado com três dias de ocupação/piquete e 30 dias de descanso, submetida a três taxas de lotação, durante a estação das chuvas de 1990/91.

Fonte: Cóser, Martins e Deresz (2000).

O efeito época do ano sobre a produção média de leite (kg/vaca) e por hectare (kg) em pastagem de capim-elefante apresentou índices maiores de produção e regularidade nos meses de Dezembro nas três taxas de lotação. Porém nos meses de Janeiro a Maio houve decréscimo na produção média de leite (kg/vaca) e por hectare (kg) nas três taxas de lotação. O que comprova que o efeito época do ano sobre a produção média de leite apresenta índice produtivo variável de acordo com a época do ano. Nesse aspecto, o efeito época do ano é um dos fatores que interfere na produção média de leite (kg/vaca) e por hectare (kg) e deve ser levado em conta no momento em que se planeja a implantação da atividade leiteira em pastagens.

O efeito taxa de lotação 5 (vacas/ha) e 6 (vacas/ha), tiveram aumento gradativo em

relação a taxa de lotação 5 (vacas/ha), no mês de Dezembro, tendo decréscimo produtivo em função da época do ano. No entanto, os decréscimos da produção média de leite foram em função da época do ano em si. Isto indica que a taxa de lotação pouco interfere na produção média de leite, mantendo-se constate e decaindo gradativamente mês a mês.

Vilela et al. (2006), “Realizou este estudo com o objetivo de avaliar desempenho produtivo de vacas Holandesas mantidas em pastagem de *coastcross* fertilizada, irrigada e suplementada com concentrado”, (tabela 5).

| | Produção de leite (kg/vaca/dia) | | | |
|---|---|---|---|---|
| N. de conc. (kg/vaca/dia) | 0-100 (dias) | 101-200 (dias) | 201-330 (dias) | 0-330 (dias) |
| 3 | 19,07B | 15,50B | 11,99B | 15,54B |
| 6 | 22,27A | 19,20A | 16,25A | 19,15A |
| Média | 20,62 | 17,36 | 14,16 | 17,07 |
| CV | | | | |

Tabela 5 - Produção de leite nos três períodos de avaliação e produção total em vacas da raça Holandesa mantidas em pastagem de coastcross, recebendo diariamente 3 ou 6 kg de concentrado (média de três anos consecutivos).

[1] Média seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem (P<0,01) pelo teste SNK.

Fonte: Vilela et al, (2006).

A produção de leite (kg/vaca) nos três períodos de avaliação recebendo 3 kg de concentrado apresentou decréscimo nos índices de produção de leite em função dos dias de lactação. Ao fornecimento de concentrado de 6 kg, comparado ao fornecimento de 3 kg, houve aumento da produção média de leite, bem como decréscimo em relação ao período de dias de lactação da vaca, o que caracteriza que o fornecimento de concentrado pouco contribuiu para a persistência da produção média de leite ao longo de toda lactação, refletindo que o decréscimo ocorre de acordo com dias de lactação. Por outro lado, a produção total comparada aos fornecimentos de concentrados de 3 kg para 6 kg evidência expressivo aumento, caracterizando-se que o aumento fornecimento de concentrado torna-se um dos fatores importantes para o aumento na produção total de leite.

## 2.2 Manejo da pastagem para produção de leite

No Brasil, predominam os sistemas de produção de leite nos quais o pasto é à base da alimentação dos animais. Estes sistemas requerem estratégias para amenizar a descontinuidade de produção de forragem durante o ano, em consequência das variações climáticas que ocorrem nas estações do ano, independente da localização geográfica. Em muitas regiões, cerca 70 a 80 % da produção concentra-se na época das chuvas (SILVA, 2010).

O manejo da pastagem visa aperfeiçoar: a produção da forrageira, a eficiência de uso

da forragem, o desempenho animal, a produção animal por hectare, o retorno econômico, melhorar a uniformidade estacional de forragem, possibilitando a persistência da pastagem. O manejo do pastejo eficaz inclui: altura entrada no piquete, resíduo pós-pastejo, período descanso, período ocupação, com base em recomendações técnicas de acordo com a espécie forrageira, clima, solo e categoria animal (PAULINO; TEIXEIRA, 2009).

No manejo da pastagem é preciso compatibilizar o rendimento forrageiro (quantidade) com o valor nutritivo da planta (qualidade), para obtenção do melhor desempenho produtivo por unidade de área. O valor nutritivo das plantas forrageiras depende de seu desenvolvimento fisiológico e morfológico, podendo ter sua avaliação por meio de sua composição bromatológica e digestibilidade (PACIULLO; ALEXANDRE; MACEDO, 2005).

Mantendo a manutenção de uma oferta de forragem de boa qualidade, a qual tenha as condições fisiológicas para a produção animal, é possível de se dizer que sem se aumentar significativamente a lotação animal nas pastagens tropicais, o que é reflexo direto da elevada produtividade de matéria seca das plantas forrageiras, não há possibilidades de se explorar o potencial de produção de leite em pastagens. Baixas lotações de animais em pastagens refletem o sistema extrativista que impomos à exploração deste recurso de alimentação dos nossos rebanhos. O uso de tecnologias como adubação de pastagens e/ou consorciação podem ser o caminho para a melhoria do sistema de produção leiteira a pasto (BARBOSA, 2001).

Uma pastagem de melhor qualidade permitirá um melhor desempenho às vacas leiteiras que, por sua vez, usufruirão o benefício assim gerado. Uma pastagem bem formada resultará em maior produtividade e em consequente longevidade de seu uso.

Nas ações de manejo das pastagens é necessário o acompanhamento dos animais e da vegetação. Uma taxa de lotação muito baixa resulta em subpastejo, ocasionando perdas por sobra excessiva de pasto e consequente perda de qualidade e valor nutricional das pastagens. Por outro lado, em situação inversa, com alta taxa de lotação ocorre o superpastejo, que declina a produtividade da pastagem e os valores da produção animal por área; além da degradação desse pasto. A taxa de lotação considerada ótima é inconstante: corresponde à maior perenidade da pastagem. Associada a produção de forragem com qualidade e maior produtividade animal (PAULINO; TEIXEIRA, 2009).

No manejo da pastagem para produção de leite verifica-se a importância dos conhecimentos relativos ao período de ocupação, à adubação nitrogenada e à irrigação. Mudanças na qualidade da forragem dependem do aumento do período de ocupação e/ou descanso, e da utilização ou não de adubação apropriada (MAGALHÃES et al., 2007).

### 2.2.1 Valor nutritivo da pastagem para vacas leiteiras

A forragem pastejada é a forma mais prática e de baixo custo de se fornecer energia e proteína para os herbívoros ruminantes. Consequentemente, o retorno financeiro dos

sistemas de produção de leite baseados em pastagens é dependente do fornecimento dos nutrientes que não tiveram sua ingestão em quantidades suficiente a partir da forragem (RIBEIRO et al., 2007).

Do ponto de vista nutricional, a primeira avaliação a ser feita no alimento volumoso, independente do tipo de forrageira utilizada, é seu teor de matéria seca. Em geral, forragens que apresentam pouca matéria seca requerem consumo de grande quantidade de massa verde, o que pode ser um fator limitante em alguns casos (SILVA et al., 2010).

Dentre os vários fatores que influenciam a qualidade de uma forrageira, o seu estádio fisiológico ocupa um lugar de centralidade. Dentre os trabalhos de pesquisa vinculados ao tema, aqueles que associam a produtividade animal ao estado de maturidade das forrageiras têm recebido destaque. Isto se deve ao fato de o consumo voluntário de volumoso estar estreitamente dependente de sua digestibilidade e esta, por sua vez, é uma consequência direta do estado de maturidade da forragem (SILVA, et al., 2010).

Deve-se ressaltar que o valor nutritivo e a oferta de forragem não devem ser considerados separadamente, visto que, apenas a presença da planta no sistema não significa necessariamente produção animal, já que a forragem precisa estar disponível também para o trato gastrintestinal e metabolismo do animal. Por outro lado, pastos formados por plantas altamente digestíveis e palatáveis, porém, com reduzidas quantidades de massa verde, contribuirão pouco para a produção de carne ou leite. A alta taxa de crescimento das forrageiras tropicais permite elevada taxa de lotação, mas a produção individual, que reflete o valor nutritivo da pastagem, frequentemente, é baixa. Isto indica que pastagens tropicais não fornecem os nutrientes necessários para a máxima produção, (SILVA, 2010).

A intensificação da produção de leite sob pastejo se dá ou pelo aumento da capacidade de suporte da pastagem ou pelo aumento da produtividade no suporte utilizado e/ou melhoria na qualidade das pastagens. Nesse processo são utilizadas forrageiras de alto potencial produtivo e boa qualidade associadas a um intenso manejo da pastagem. Por isso, são poucas forrageiras que podem ser utilizadas no processo de intensificação da produção de leite a pasto. Entre as forrageiras aconselhadas destacam-se algumas cultivares de capim-elefante *(P. purpureum), Panicum maximum, Brachiaria brizantha, Cynodon dactylon e C. nlenfuensis. O capim-elefante e C. dactylon* são as forrageiras que têm sido mais empregadas em pastejo rotativo, por demonstrarem resultados importantes em relação ao aumento da produtividade de leite (PEREIRA; CÓSER, 2010).

As principais limitações das forrageiras tropicais são: seu baixo teor de proteína e alto teor de fibra que podem reduzir o crescimento da microbiota ruminal e a ingestão de alimento pelo animal, sucessivamente. Não apenas o teor desses nutrientes é essencial, mas a qualidade dos mesmos, pois parte da proteína encontrada na forrageira localiza-se entremeada pela fibra presente na parede celular vegetal, o que motiva sua taxa de degradação no rúmen (RICACHESKI, 2010).

## 3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade leiteira em pastagem tem se tornado cada vez mais competitiva em virtude da maximinização da conversão dos recursos forrageiros em leite. O uso de pastagens bem manejadas é uma ferramenta eficiente para a produção de leite a pasto, podendo aumentar a produção por animal e por área.

Por outro lado, a atividade leiteira caracteriza-se por demandar grandes quantidades de alimento de qualidade, mas permite utilizar as forrageiras como fonte de alimentos capazes de tornar tecnicamente viável o sistema de produção a pasto.

Os recursos forrageiros disponíveis representam o principal fator determinante na sustentabilidade da produção de leite em pastagens, pois manter rebanhos produtivos à base de pastagem, utilizando-se recursos forrageiros de boa qualidade, contribui para obter melhores índices técnicos.

Uma estratégia para aumentar os índices de produtividade animal em sistemas com base em pastagens é a utilização de pastagens de alta qualidade que pode reduzir os custos de alimentação e aumentar a renda dos produtores.

## REFERÊNCIAS


AGUIAR, A. P. A; ALMEIDA, B. H. P. J. Elaboração de projetos para sistema de produção de leite a pasto – uma abordagem empresarial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RAÇAS ZEBUÍNAS. 3., Uberaba, 1988. **Anais...** Uberaba: ABCZ, 1988. p. 246-293.

BARBOSA, A. A. F. **Manejo das pastagens e produção de leite a pasto.** 2001. Disponível em: < http://www.tdnet.com.br/domicio/leite.htm>. Acesso em: 5 out. 2010.

CECATO, U. et al. **Pastagem para produção de leite.** 2002. Disponível em: <http://www.nupel.uem.br/pos-ppz/pastagens-08-03.pdf>. Acesso em: 28 set. 2010.

CÓSER, A. C,; MARTINS, C. E.; DEREZ, F. **Capim-elefante:** formas de uso na alimentação animal. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2000. 27p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 57).

CUTRIM, J. A. J; CAMPOS, R. T. Avaliação econômica de diferentes sistemas de produção de leite a pasto. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Campo Grande, 25 a 28 de julho de 2010.

DERESZ, F. et al. Produção de leite de vacas Holandês x Zebu em pastagens de gramíneas tropicais manejadas sob pastejo rotativo. 2006.

EBANI, R. **Estudo da viabilidade técnica da produção de leite a pasto irrigado em malha na região do Rio Preto DF**. 2009.

FONTANELI, R. S. Planejamento de pastagens: melhor caminho para produção de leite com qualidade e menor custo. **Revista Plantio Direto,** *número edição março/abril de 2008.*

LEAL, J. A; NASCIMENTO, M. P. S. C. B; NASCIMENTO, H. T. S. **Sistema de produção de leite em pastagem de capim - Tanzânia – ações de transferência de tecnologia. 2006.**

LIMA, M. L. P. et al. **Vacas leiteiras mantidas em rotacionado de capim-elefante Guaçu e capim-Tanzânia: produção e composição do leite**. 2007.

MAGALHÃES, J. A. et al. Considerações sobre a produção de leite a pasto. **Revista eletrônica de veterinária,** v. 8, n. 9, set. 2007.

PACIULLO, D. S. C.; HEINEMANN, A. B.; MACEDO, R. O. Sistema de produção de leite baseados no uso de pastagens. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, Goiás, v.1, n.1, p. 88-106, ago. 2005.

PAULINO, V. T.; TEIXEIRA, E. M. L. Sustentabilidade de pastagens – manejo adequado como medida redutora da emissão de gases de efeito estufa. **CPG- Produção animal sustentável, Ecologia de Pastagens, IZ, APTA/SAA 1**, 2009.

PEREIRA, A. V; CÓSER, A. C. Forragem para corte e pastejo. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/R6606n_000fkv0o0eq02wyiv80sq98yq4eecslu.pdf> Acesso em: 17 out. 2010.

RIBEIRO, H. M. N. F. Suplementação energética para vacas leiteiras pastejando azevém com alta oferta de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 2152-2158, 2007.

RICACHESKI, S. T. **Composição nutricional de forrageiras tropicais usadas na alimentação de bovinos.** Disponível em: <http://216.59.16.221/hvip/nacamura.com. br/sicite/sicite2009/artigos_sicite2009/115.pdf>. Acesso em: 19 out. 2010.

SILVA, H. A. et al. Análise da viabilidade econômica da produção de leite a pasto e com suplementos na região dos campos gerais – Paraná. **Ciência rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 445-450, mar-abr. 2008.

SILVA, J. J. et al. **Produção de leite de animais criados em pastos no Brasil**. Vet. e Zootec. 2010 mar.; 17(1):26-36.

SOUSA, R. S. **Sistema de produção de leite a pasto**. 1997. Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/radar/artigos/artigo31.htm>. Acesso em: 25 out. 2010.

VILELA, D. et al. Desempenho de vacas da raça Holandesa em pastagem de coastcross. **Revista Brasileira de Zootecnia,** 2006.

# CAPÍTULO 6

# INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA COMO ESTRATÉGIA PARA RECUPERAÇÃO E RENOVAÇÃO DE ÁREAS DE PASTAGEM DEGRADADA

*Data de aceite: 01/02/2022*
*Data de submissão: 03/12/2021*

**Albert José dos Anjos**
Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia
Viçosa – Minas Gerais
http://orcid.org/0000-0002-5252-1225

**Alberto Jefferson da Silva Macêdo**
Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia
Viçosa – Minas Gerais
https://orcid.org/0000-0002-2789-0221

**Danielle Nascimento Coutinho**
Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia
Viçosa – Minas Gerais
https://orcid.org/0000-0002-0136-6536

**Carolina de Paula Pires**
Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia
Viçosa – Minas Gerais
https://orcid.org/0000-0002-8901-4139

**Rafael Lelis de Freitas**
Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia
Viçosa – Minas Gerais
https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0003-2831-9745

**Haviner Paixão de Sena**
Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia
Viçosa – Minas Gerais
https://orcid.org/0000-0002-3529-5473

**RESUMO**: No Brasil, cerca de 70% das pastagens encontram-se degradadas ou em processo de degradação. Nesse contexto, a integração lavoura-pecuária (ILP), ao promover a integração entre atividades agrícolas e pecuárias, pode produzir diversos benefícios ao ecossistema por meio da consorciação entre culturas graníferas e forrageiras, através da sucessão de forrageiras e culturas anuais, da rotação de culturas com pastagens, ou ainda promovendo a recuperação ou a renovação dessas áreas. A ILP propicia melhorias de ordem biológica, como a menor incidência de fitopatologias e maior atividade da microbiota do solo, trazendo benefícios para a fertilidade do solo, uma vez que os fertilizantes são utilizados de maneira mais eficientes, bem como, favorecendo a ciclagem de nutrientes. A cobertura do solo promovida pela pastagem facilita o plantio direto e reduz a incidência de plantas daninhas, reduzindo a competição e favorecendo o desenvolvimento da cultura. Custódio, Pasqualeto e Oliveira (2003) observaram aumento de ±40% no peso da espiga com sabugo no sistema de plantio direto quando comparado aos sistemas de produção convencional e barreirão, o que demostra que através da ILP torna-se possível obter maior lucratividade na atividade agropecuária, principalmente devido à redução no custo de produção.

**PALAVRAS-CHAVE**: Manejo de áreas integradas, produção de forragem, sistema agropastoril, sustentabilidade.

## CROP-LIVESTOCK INTEGRATION AS A STRATEGY FOR RECOVERYOR RENEWAL OF DEGRADED PASTURES AREAS

**ABSTRACT:** In Brazil, around 70% of pasture are degraded or in the process of degradation. In this context, the integrated crop-livestock systems (ICLS), by promoting the integration between agricultural and livestock activities, can produce several benefits to the ecosystem through the intercropping between grain and forage crops, through the succession of forage and annual crops, rotation of crops with pastures, or even promoting the recovery or renewal of this areas. The ICLS provides biological improvements, such as lower incidence of phytopathologies and greater soil microbiota activity, also bringing benefits to soil fertility, since fertilizers are used more efficiently, favoring cycling of nutrients. Soil coverage promoted by pasture for direct planting and reduces the incidence of weeds, reducing competition and favoring crop development. Custódio, Pasqualeto and Oliveira (2003) observed an increase of ±40% in the weight of ear with cob in the no-tillage system when compared to conventional and "barreirão" production systems, which shows that through ICLS it is possible to obtain greater profitability in the agricultural activity, mainly due to the reduction in production cost.
**KEYWORDS**: Agropastoral systems, forage production, integrated land management, sustainability.

## INTRODUÇÃO

No Brasil aproximadamente 70% das pastagens estejam degradadas ou em processo de degradação, ou seja, em processo evolutivo de perda de vigor, não sendo possível a recuperação natural da área e comprometendo a produtividade animal e vegetal, estando grande parte dessas áreas concentradas nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste (DIASFILHO, 2014).

Diante desse cenário, a integração lavoura-pecuária (ILP), que integra atividades de agrícolas e pecuárias, pode ser implantada através da consorciação entre culturas graníferas e forrageiras; em sucessão de forrageiras e culturas anuais; em rotação de culturas com pastagens perenes; e ainda para recuperação ou renovação de pastagens com o uso de culturas agrícolas (ALVARENGA et al., 2015) que será o enfoque desta revisão.

A recuperação ou renovação das áreas de pastagens em degradação trazem vários benefícios, dentre os quais a melhoria da eficiência de uso da terra, da preservação do solo e da água e auxilia no aumento de sequestro de carbono no solo (HUNGRIA, NOGUEIRA; SILVA, 2016).

Em 2021, 165,2 milhões de hectares foram utilizados no Brasil para a produção de bovinos (187,55 milhões de cabeças), destes, 8,6% correspondem a áreas pastagens em uso integrado principalmente com grãos. Nos últimos trinta anos a produtividade animal por área saltou de 1,6 para 4,2 arrobas $ha^{1}$ $ano^{-1}$, ao passo em que se observou redução de 13,6% na área de pastagens total para o mesmo período (BEEF REPORT, 2021). A crescente demanda por sistemas de produção animal mais sustentáveis que promovam

melhorias em termos ambientais, sociais e econômicos, tem tornado os sistemas integrados uma opção para reduzir custos com reforma ou renovação das pastagens, além de maximizar o uso racional da terra, diversificar e verticalizar a produção, além de agregar valores aos produtos através do aproveitamento dos recursos e benefícios que uma atividade proporciona a outra (MELLO et al., 2004).

Objetiva-se, por meio desta revisão, demonstrar os efeitos do sistema ILP nos componentes agrícola, forrageiro e animal, evidenciando os principais benefícios desta técnica para a recuperação ou renovação de áreas de pastagens degradas em território brasileiro e para o incremento produtivo da atividade agrícola e pecuária com base na sustentabilidade.

## DEGRADAÇÃO DE PASTAGENS

Pastos em processo de degradação apresentam perda no vigor de rebrotação, na produtividade e dificilmente a recuperação não ocorrerá de forma natural, resultando na diminuição da produção animal e maiores danos advindos de pragas, doenças e plantas invasoras (MACEDO & ARAÚJO, 2012).

Vários são os fatores que podem ocasionar a degradação da pastagem ao longo do tempo, dentre estes, a escolha da espécie forrageira inadequada, erros na formação da pastagem, falhas de manejo e a não reposição de nutrientes configuram como os principais condicionantes do processo evolutivo de degradação (KICHEL et al., 1999).

Com relação a espécie forrageira, Peron & Evangelista (2004) relatam a existência de espécies ou cultivares que podem ser indicados para cada tipo de solo, nível tecnológico e produtividade desejada. Isso é interessante, uma vez que o “Ciclo dos capins” perpetua até os dias atuais, visto que a simples substituição da gramínea forrageira por cultivares recém-lançados é uma pratica usual pelos produtores, porém de pouco valia para a resolução do problema da degradação de pastagens (FONSECA et al., 2010).

Ao realizar a formação da área de pastagem cuidados relativo à qualidade das sementes são importantes, pois a quantidade de sementes necessária para o adequado estabelecimento da gramínea é relacionado a este fator. Além disso, cuidados com a época de implantação e o correto preparo do solo, incluindo subsolagem, aragem e gradagem, em associação com a correção da fertilidade do solo exercem papel primordial no sucesso da fase de implantação. Outros cuidados incluem as atividades de controle de fitopatologias e plantas indesejáveis (PERON & EVANGELISTA, 2004).

Áreas de pastagem com carga animal acima da capacidade de suporte e a utilização de métodos de pastejo inadequados também tem forte contribuição para a degradação de pastagens (MACEDO & ARAUJO, 2012). Nesse sentido, o ajuste da taxa de lotação (UA $ha^{-1}$) em função da disponibilidade de forragem é um importante fator que deve ser considerado em todas as propriedades, visando a perenidade da cultura e otimização do

sistema pecuário.

A utilização do fogo visando eliminar a macega durante o final do período da seca e proporcionar uma vigorosa rebrotação no início do período chuvoso também tem contribuído sobremaneira para o processo de degradação das pastagens (QUEIROZ et al., 2005). Essa é uma prática antiga, e sua aplicação deve ser evitada, uma vez que causa danos ao solo e ao meio ambiente como um todo.

Outro importante fator responsável por favorecer o processo de degradação de pastagens é a não reposição dos nutrientes removidos do solo pelas plantas. As pastagens brasileiras são caracterizadas pelo monocultivo de gramíneas, sendo nessas condições reconhecidas pelo maior *output* de nutrientes, tornando as pastagens improdutivas e predispostas a infestação por plantas daninhas no decorrer do tempo, culminando na degradação da pastagem (SANTOS & FONSECA, 2016).

Entretanto, falhas momentâneas dificilmente contribuem para a degradação de pastagens, uma vez que este processo está estreitamente relacionado ao manejo inadequado empregado ao longo de vários anos (QUEIROZ et al., 2005). Apesar da relevância de todos esses fatores, no Brasil a degradação das pastagens se deve principalmente ao emprego de elevadas taxas de lotação e a inadequada ou inexistente reposição de nutrientes, resultando no surgimento de espécies invasoras, pragas e doenças, compactação do solo e erosão do solo (ZIMMER et al., 2012).

## RECUPERAÇÃO E RENOVAÇÃO: ENTENDENDO AS DIFERENÇAS

O termo recuperação é destinado ao processo de restabelecimento da produção forrageira mantendo-se a mesma espécie ou cultivar (ZIMMER et al., 2012). A renovação, por sua vez, refere-se à introdução de uma nova espécie forrageira em uma determinada área de pasto e tem por objetivo substituir aquela espécie ou cultivar por outra, que seja mais adaptada às condições de solo, clima e manejo (BORGHI et al., 2018).

Tanto a renovação quanto a recuperação de áreas de pastagem podem ser realizadas de forma direta ou indireta. Quando da associação com a agricultura, como no caso da ILP, a renovação ou recuperação do pasto se dá de maneira indireta (KICHEL et al., 1999).

Conforme elucidado por Macedo & Araújo (2012) esta forma de recuperação inclui a realização de práticas mecânicas, químicas e culturais, podendo se utilizar do plantio de pastos ou lavouras anuais, por determinado período de tempo. Nesse tipo de modalidade, a recuperação e renovação da gramínea são favorecidas pelo efeito residual ocasionado pela adubação da cultura anual em uso (VILELA et al., 2011).

Entretanto, mesmo optando-se pela recuperação indireta, em sistemas de ILP a recuperação e renovação pode ser dividida em dois sistemas, conforme demonstrado por Kichel et al. (1999).

- Por meio do plantio simultâneo da cultura anual e a gramínea forrageira, ou

através do aproveitamento do banco de sementes forrageiras existente no solo. Nessa situação, após a colheita da cultura agrícola temse o pasto renovado ou recuperado.

- No segundo sistema, a cultura anual é implantada individualmente, podendo permanecer como cultura exclusiva por um ou mais anos, com a gramínea forrageira retornando após esse período.

A opção pela recuperação ou renovação da área de pastagem será dependente do grau de degradação, do objetivo do produtor, do sistema de produção, da disponibilidade de mercado e da disponibilidade de recursos financeiros (BORGHI et al., 2018).

## DEFINIÇÃO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

Várias definições podem ser encontradas para ILP nos meios científicos brasileiros. Alvarenga et al. (2008) definem a ILP como sendo a diversificação, rotação, consorciação ou sucessão das atividades agrícolas e pecuárias dentro da propriedade rural de forma planejada, constituindo um mesmo sistema, de tal maneira que há benefícios para ambas atividades.

Assmann et al. (2008), por sua vez, definem ILP como o aproveitamento do solo para a produção agropecuária e reduzir o uso de fontes exteriores ao sistema (energia e produtos químicos), valorizando ao máximo os recursos naturais e aproveitando os processos naturais de regulação. Definição equiparada também foi proposta por pesquisadores de vários centros da EMBRAPA onde os mesmos também evidenciam a eficiência no uso de máquinas, equipamentos e mão-de-obra, a geração de emprego e renda, a melhoria nas condições sociais no meio rural, e a diminuição nos impactos ao meio ambiente, visando a sustentabilidade, como atributos característicos para definirem o sistema ILP (MACEDO, 2009).

As vantagens deste sistema são amplamente conhecidas e bem definidas. Comparado ao tradicional sistema de produção, seja ele agrícola ou pecuário, a ILP possibilita a exploração econômica do solo durante todo o ano ou, pelo menos, em grande parte, favorecendo o aumento na oferta de grãos, fibras, lã, carne, leite e agroenergia a custos mais baixos, devido ao sinergismo entre a lavoura e a pastagem (MORAES, 1993; ALVARENGA et al., 2008;).

## COMPONENTES DO SISTEMA E SUAS CARACTERÍSTICAS

Além da degradação das áreas de pastagem, grandes extensões de área com monocultivo da soja no verão, a pressão social sobre a terra, dívidas financeiras, preços de insumos e produtos variáveis em decorrência de mercado, exigem maior eficiência por parte dos produtores. Dessa forma, a ILP é uma ferramenta que auxilia os pecuaristas, melhorando a eficiência de uso das áreas de pastagem através da recuperação ou renovação

dos pastos, bem como, da produção agrícola, por meio de práticas conservacionista como o plantio direto, onde a palhada deixada pela cultura agrícola serve de cobertura para o solo e de substrato para os organismos do solo, melhorando suas propriedades físicas e químicas, favorecendo o aumento e a diversificação da renda do produtor (MACEDO, 2009).

O uso do sistema de ILP também propicia melhorias de ordem biológica, como a quebra do ciclo de pragas e doenças e o aumento da atividade biológica do solo. Do ponto de vista das propriedades físicas e químicas do solo, há uma melhoria na fertilidade, através da ciclagem de nutrientes e eficiência no uso de fertilizantes, em função das diferentes necessidades das culturas em rotação. Já as alterações nas propriedades físicas do solo são através do aumento da estabilidade dos agregados, diminuição da densidade aparente, da compactação, e no aumento da taxa de infiltração de água (MACEDO, 2009).

Avaliando a dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes no solo em área de ILP composta pelo consórcio entre milho, *Uruchloa ruziziensis* Santos et al. (2014) observaram que as quantidade de nutrientes (N, P e K) liberados pela palhada após 110 dias de dessecação representou uma economia de R$ 243,38 quando comparado ao uso de fertilizantes químicos (Tabela 1).

| Nutriente | Liberado pela palhada | Equivalente em fertilizante | Economia |
|---|---|---|---|
| | (Kg ha$^{-1}$) | | (R$ ha$^{-1}$) |
| N | 26,5 | 59 | 77,29 |
| P ($P_2O_5$) | 7,3 (16,7) | 93 | 63,24 |
| K ($K_2O$) | 51,0 (51,0) | 85 | 102,85 |
| Total | | | 243,38 |

N: Ureia (45% N, R$ 1,31 kg$^{-1}$); P: Superfosfato Simples (18 $P_2O_5$, R$ 0,68 kg$^{-1}$); K: Cloreto de Potássio (60% $K_2O$, R$ 1,21 kg$^{-1}$).

Tabela 1. Economia no uso de adubos oriunda da liberação de N, P e K em área de integração lavoura-pecuária em área de cerrado.

Fonte: SANTOS et al., 2014.

Em sistemas de integração, a pastagem oferece excelente cobertura do solo para o plantio direto, com palha de boa qualidade. Fazendo-se a rotação da soja com o pasto (dois a três anos de soja, dois a três anos de pasto), por exemplo, obtêm-se benefícios para ambas as espécies, tais como a diminuição de plantas invasoras, a quebra do ciclo de pragas e doenças da soja (como cancro da haste e murchas), e de nematoides, tanto da galha quanto do cisto, e aumento da produtividade (KICHEL, MIRANDA e ZIMMER, 1999).

Estudos de longa duração realizados na EMBRAPA Cerrados, evidenciaram que

a adoção do sistema de ILP tornou possível aumentar a produtividade da soja em 17%, depois de um ciclo de 3 anos de pasto de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em comparação ao sistema de lavoura continua (Tabela 2). Além disso, é necessário salientar que área recebeu em média 45% menos fertilizantes, ao longo de 17 anos de cultivo.

| Sistema/cultivo | | Sistema de Plantio | | |
|---|---|---|---|---|
| 2004/2005 a 2006/2007[(1)] | 2007/2008[(2)] | Convencional | Direto | Média[(3)] |
| Soja-Sorgo-Soja (LC) | Soja | 3.078 | 3.044 | 3.061a |
| *B. brizantha* cv. Marandu (LPL) | Soja | 3.540 | 3.603 | 3.571b |
| Média | | 3.309a | 3.323a | |

[1] Total de corretivos e nutrientes aplicados por nível de fertilidade em 17 anos de cultivo: LC (8,6 t/ha de calcário dolomítico, PRNT 100%, 2,8 t/ha de gesso, 308 kg/ha de N, 1487 kg/ha de $P_2O_5$, 1391 kg/ha de $K_2O$ e micronutrientes): LPL (8,6 t/ha de calcário dolomitico, PRNT 100¢, 2,8 t/ha de gesso, 85 kg/ha de N, 853 kg/ha de $P_2O_5$, 813 kg/ha de $K_2O$ e micronutrientes. [2] Na safra de 2007 a 2008, a adubação de plantio da soja foi de 485 kg/ha da fórmula 0+20:20+S+micronutrientes. [3] Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey.

Tabela 2. Rendimento de soja (kg/ha) em dois sistemas de cultivos (lavoura contínua-LC e rotação lavoura/pasto/lavoura-LPL) submetidos a dois sistemas de plantio em Latossolo Vermelho, textura argilosa. Planaltina, DF.

Fonte: VILELA et al., 2008.

Para a cultura do milho, CUSTÓDIO, PASQUALETO & OLIVEIRA (2003) avaliando o comportamento de quatro cultivares em três sistemas de cultivo (barreirão, convencional e plantio direto), concluíram que o sistema de plantio direto é mais eficiente que o sistema barreirão, aumentando o peso da espiga com sabugo em ±40%. Pela ótica privada, os benefícios econômicos da integração lavoura-pecuária centram na possibilidade de aumentar a oferta com menores custos de produção unitários (VILELA, MARTHA JÚNIOR E MARCHÃO, 2012).

Assim, LAZZAROTTO et al. (2009) avaliaram o retorno econômico das atividades de ILP, produção vegetal e bovinocultura de corte e constataram que os retornos apresentam grandes variações ao longo do tempo, sendo as variações mais acentuadas evidenciadas no sistema de produção vegetal. Esse resultado permitiu aos autores inferir que as atividades agrícolas (soja, milho e trigo), quando em situações de mercado favoráveis (maior relação preços recebidos/preços pagos), propiciam altos retornos, superando os dos sistemas em que a atividade de pecuária está presente. Entretanto, em situações de mercado desfavoráveis, as atividades agrícolas tendem a ser mais afetadas negativamente, provocando, assim, acentuadas quedas nos retornos econômicos do sistema.

O uso da ILP traz como principal benefício a possibilidade de aumentar a oferta agrícola com custo de produção reduzido, pois com o uso deste sistema é possível existir uma menor demanda por agroquímicos, em razão da quebra no ciclo de pragas e do melhor

controle de doenças e plantas daninhas, além da maior eficiência no uso de fertilizantes (MARTHA JÚNIOR, VILELA e SOUSA, 2008).

Em sistemas de ILP em que o objetivo é a reforma de pastagens a escolha da espécie forrageira que passará a compor o sistema deve levar em consideração aspectos relativos ao banco de semente existente no solo e a persistência da espécie que será substituída. Assim, preferência deve ser destinada a espécies de rápido crescimento, quando a forrageira em substituição for competitiva, como no caso do gênero *Urochloa* spp. (FERREIRA et al., 2008). Entretanto, em sistemas de ILP é importante que a espécie forrageira apresente também características como fácil controle, boa resposta à herbicidas, baixa competição com as culturas anuais em consórcio, boa produtividade de sementes e tolerância ao sombreamento (ZIMMER et al., 2011).

Pastagens adequadamente manejadas são capazes de atingir uma produção média de até 12 arrobas $ha^{-1}$ $ano^{-1}$, enquanto em pastagens degradadas o total produzido não tem ultrapassado 2 arrobas $ha^{-1}$ $ano^{-1}$ (ZIMMER et al., 2012). Em contrapartida, em sistemas de ILP ocorre um aumento na produtividade, seja por animal ou área, refletindo o aumento quantitativo e qualitativo de forragem na pastagem recuperada ou renovada (VILELA et al., 2011).

A utilização da ILP pode ocasionar melhorias na produtividade e qualidade da massa seca de forragem em condições de competição por água, luz e nutrientes (PARIZ et al., 2009). No que se refere a melhora do valor nutritivo da forrageira, PARIZ et al. (2010) verificaram que o capim-marandu (*Urochloa brizantha*), a *Urochloa decumbens* e o capim-mulato II apresentaram maiores teores de proteína bruta (PB) quando consorciados com a cultura do milho em comparação ao plantio exclusivo, seja plantado a lanço ou plantado em linha juntamente com a cultura. Como explicação, LIN et al.  (2001) constataram que, em gramíneas cultivadas em ambiente sombreado, o teor de PB foi maior que o das cultivadas exclusivamente. A maior umidade especialmente na camada superior do solo sombreado pode ser uma provável explicação, por favorecer a decomposição da matéria orgânica e a mineralização do nitrogênio (N), tornando-o disponível no solo (PARIZ et al., 2010).

Em relação aos níveis de fibra na forrageira, COSTA et al. (2014), avaliando *Urochloa brizantha* cv. Xaraés consorciado ao milho, obtiveram teores para fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e lignina no ano agrícola de 2008/2009 de 60,3, 32,0 e 2,3%, e no ano agrícola de 2009/2010 de 65,2, 34,1, e 2,5%, respectivamente. Essas características tornam essas cultivares uma excelente alternativa para utilização nos sistemas de integração lavoura-pecuária, com o objetivo de fornecer alimentos de qualidade durante o ano.

O uso do pasto em áreas de integração ocorre após a colheita da cultura anual, coincidindo com o início do período seco (VILELA et al., 2011). Nessas condições, a produção de forragem semelhante àquela da época chuvosa (Figura 1) trás como possibilidade a inversão da estação de monta em fazendas de gado de corte. Isso torna as condições

sanitárias e de manejo mais favoráveis, uma vez que o processo de inseminação e parição ocorre na época seca do ano, evitando problemas relacionados a ocorrência de lama nos currais (PEDREIRA et al., 2017).
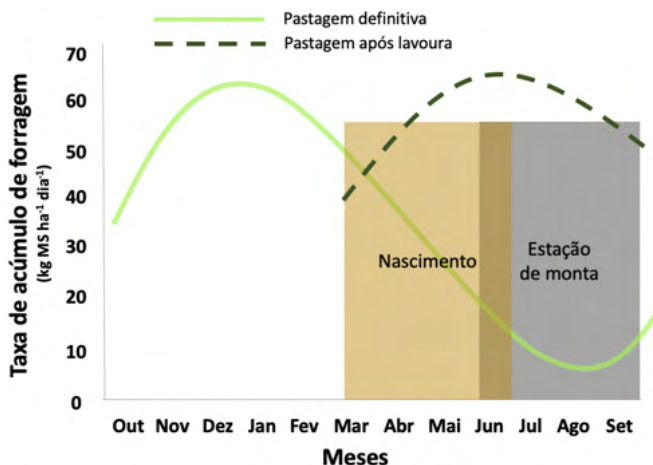
Figura 1. Produção de forragem e inversão da estação de monta em fazendas de gado de corte.

Fonte: PEDREIRA et al. (2017).

Diferente do que ocorre em sistemas convencionais de produção animal a pasto, que comumente apresentam perda de peso vivo animal ou ganho reduzido em determinadas épocas do ano, em sistemas de ILP os animais têm apresentado ganho de peso no mínimo duas vezes superior à média (VILELA et al., 2011). Esse ocorre principalmente devido a dois fatores: à melhoria na produtividade e qualidade da forragem disponível, como já mencionado; e devido a minimização do impacto da sazonalidade produtiva de gramíneas em sistemas de ILP.

Apesar da superior produtividade de biomassa observada em sistemas de ILP, cuidados com relação à carga animal utilizada são necessários, visto que a elevadas taxas de lotação podem ocasionar o superpastejo, reduzindo a cobertura do solo e acarretando em maior incidência de plantas invasoras e menor retenção de água no solo, bem como, redução no volume de raízes e, consequentemente, a formação de macro poros no solo (PEDREIRA et al., 2017). Esses autores também destacam que elevadas taxas de lotação aumentam o pisoteio, refletindo negativamente sobre a compactação e infiltração de agua no solo.

Assim, o controle dos impactos do pastejo é importante para a compreensão dos processos que ocorrem no sistema pastoril, em especial daqueles relacionados à produção animal e agrícola (CARVALHO et al., 2007). Conforme o modelo proposto por Carvalho et al. (2007), a intensidade de pastejo adotada em sistemas de ILP afetariam não somente

a produtividade animal, através da estrutura e quantidade de pasto ofertado aos animais, mas também a produção de grãos na fase agrícola, que por sua vez é condicionada pela propriedades físicas e químicas do solo (Figura 2).
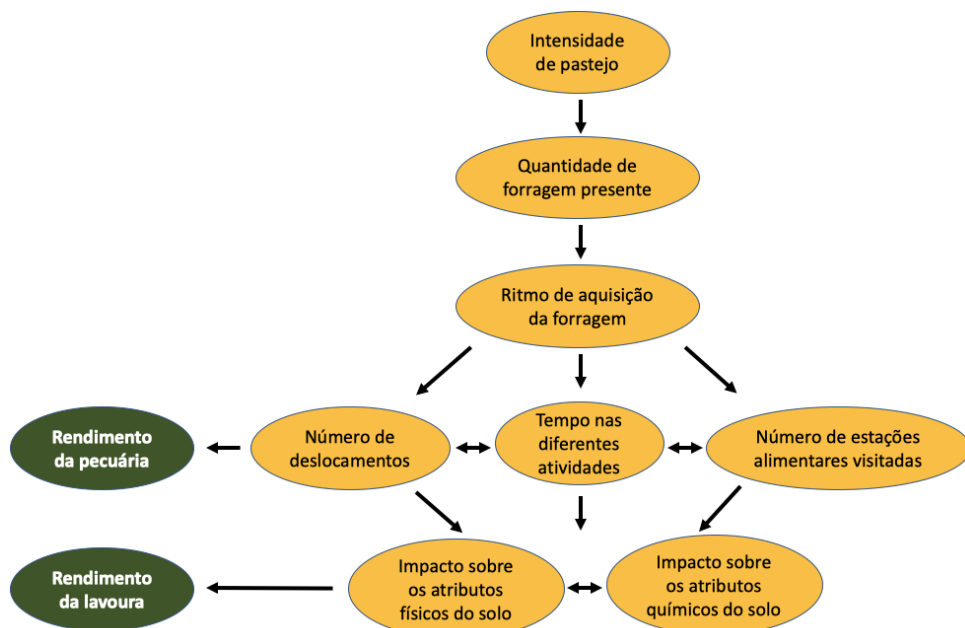
Figura 2. Modelo conceitual de como o comportamento ingestivo dos animais em pastejo, durante a fase de pastagem, afeta o sistema de integração lavoura-pecuária.

Fonte: CARVALHO et al. (2007).

Portanto, diferente do que ocorre em sistemas de produção pecuária, onde a disponibilidade de biomassa aérea define o ganho de peso por área e por animal, em sistemas integrados como a ILP, a definição da faixa adequada de biomassa deverá levar em conta inclusive o ponto ótimo de cobertura do solo e o rendimento de grãos (CARVALHO et al., 2005).

O adequado pastejo em áreas de ILP é fundamental para garantir o bom desenvolvimento do componente agrícola. Visando determinar a melhor intensidade de pastejo em sistema de ILP implantado com aveia-preta (*Avena strigosa*) e posteriormente com milho, TROGELLO et al. (2012) verificaram que pastos de aveia-preta submetidos a altura pós-pastejo de 5 cm apresentaram menor altura inicial de plantas de milho (87,27 cm) quando comparado as alturas pós-pastejo de 15 e 30 cm, além de uma área controle onde não ocorreu pastejo. Nas alturas de 15 e 30 cm, e na área não submetida a pastejo não foram observadas diferenças na altura inicial de plantas, com valores médios de 108,37; 104,22 e 103,34 para as alturas de 15, 30 cm e área não pastejada. Além disso,

quando a aveia-preta foi submetida a menor altura pós-pastejo, a altura de inserção da primeira espiga também foi menor do que os demais tratamentos. Os fatos expostos acima resultaram assim em menor produtividade média na cultura do milho na área submetida a menor altura póspastejo (7,25 t) em comparação as demais (9,07; 8,69 e 9,26 t para a altura de 15 cm, 30 cm e área não pastejada).

## CONCLUSÃO

Através do uso do sistema de ILP torna-se possível obter maior lucratividade na atividade agropecuária, principalmente devido à redução no custo de produção, já que neste sistema é possível obter maior eficiência no uso de fertilizantes. Além disso, o uso do sistema torna possível o maior controle de doenças e pragas, devido existir uma quebra no ciclo de possíveis agentes causadores.

O importante é entender que não existe a lavoura isolada da pastagem e sim ambos integrados. A adubação realizada na lavoura quanto na pastagem será para fertilizar o sistema e não as culturas individualmente e que o animal dentro desse sistema trará benefícios para o cultivo de verão, ao acelerar o processo de aumento da matéria orgânica do solo o que contribui para o desenvolvimento das plantas o que torna o sistema sustentável e produtivo.

## REFERÊNCIAS


ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M; CRUZ, J. C. **A cultura do milho na Integração Lavoura-Pecuária**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_4_168200511157.html. Acesso em: 25 de março às 11:43.

ASSMANN, A. L.; SOARES, A. B.; ASSMANN, T. S. Integração lavoura-pecuária para a agricultura familiar. In: ASSMANN, T. S.; ASSMANN, A. L.; SOARES, A. B. **Desenvolvimento sustentável e integração lavoura-pecuária.** Londrina: IAPAR. p. 7-11, 2008.

BEEF REPORT. **Perfil da Pecuária no Brasil**. Disponível em: http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2021/. Acesso em: 27 de novembro de 2021.

BORGHI, E.; GONTIJO NETO, M. M.; RESENDE, R. M. S. ; ZIMMER, A. H. ; ALMEIDA, R. G. ; MACEDO, M. M. Recuperação de pastagens degradadas. In: Myriam Maia Nobre, M. M.. (Org.). **Agricultura de baixo carbono: tecnologias e estratégias de implantação.** 1ed. Brasília: Embrapa. v. 1, p. 106-139, 2018.

CARVALHO, P. C. DE F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; TREIN, C. R.; FLORES, J. P. C.L; CEPIK, C. T.C.; LEVIEN, R.; LOPES, M. T.; BAGGIO, C.; LANG, C. R; SULC, R. M.; PELISSARI, A. O estado da arte em integração lavoura-pecuária. In: GOTTSCHALL, C. S.; SILVA, J. L. S.; RODRIGUES, N. C. (Org.). **Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia.** Canoas-RS, p.7-44, 2005.

CARVALHO, P. C. F.; SILVA, J. L. S.; MORAES, A.; FONTANELLI, R. S.; MACARI, S.; BREMM, C.; TRINDADE, J. K. Manejo de animais em pastejo em sistemas de integração lavoura-pecuária. In: CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A.; SULC, R. M. (Org.). **International Symposium on Integrated Livestock Systems.** Curitiba: UFPR, 2007.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; LOPES, K. S.; DOS SANTOS, F. G.; PARIZ, C. M. Adubação nitrogenada em capins do gênero *Urochloa* implantados em consórcio com a cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 9, n. 3, p.376-383, 2014.

CUSTÓDIO, D. P.; PASQUALETTO, A.; OLIVEIRA, I. P. Comportamento de cultivares de milho (*Zea mays*) e sistemas de cultivo. **Estudos (UCGO. Impresso),** Goiânia, v. 30, n.8, p. 1793-1803, 2003.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E), 2014.

FERREIRA, L. R.; SANTOS, M. V.; FONSECA, D. M.; OLIVEIRA NETO, S. N. Plantio Direto e Sistemas Integrados de produção na recuperação e renovação de pastagens degradadas. In: **IV Simpósio Sobre Manejo Estratégico de Pastagens e II Simpósio Internacional Sobre Produção Animal em Pastejo. (Org.). IV SIMFOR, II Simpósio Internacional Sobre Produção Animal em Pastejo.** Viçosa: UFV. p. 373-399, 2008.

FONSECA, D. M.; SANTOS, M. E. R.; MARTUSCELLO, J. A. Importância das forrageiras no sistema de produção. FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Ed.). Plantas forrageiras. Viçosa, MG: Editora UFV. p. 13-29, 2010.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Inoculation of *Brachiaria* spp. with the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*: An environment-friendly component in the reclamation of degraded pastures in the tropics. **Agriculture, Ecosystems and Environment,** 221, p.125–131, 2016. DOI: 10.1016/j.agee.2016.01.024

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B.; ZIMMER, A. H. Degradação de pastagens e produção de bovinos de corte com a integração agricultura-pecuária. . In: José Domingos Guimarães; Maria Fonseca Paulino. (Org.). **Simpósio de Produção de Gado de Corte.** 1ª ed. Viçosa, MG: Suprema Gráfica e Editora Ltda. v. 1, p. 201-234, 1999.

LAZZAROTTO, J. J.; SANTOS, M. L.; LIMA, J. E.; MORAES, A. Volatilidade dos retornos econômicos associados à integração lavoura-pecuária no Estado do Paraná. **Revista de Economia e Agronegócio,** Vol.7, Nº 2, 2009.

LIN, C. H.; McGRAW, R. L.; GEORGE, M. F.; GARRETT, H. E. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. Agroforestry System, v. 53, n. 3, p. 269-281, 2001.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.38, p.133-146, 2009.

MACEDO, M. C. M.; ARAÚJO, A. R. Sistemas de integração lavoura-pecuária: alternativas para recuperação de pastagens degradadas. In: DAVI JOSÉ BUNGENSTAB, D. J. (Org.). Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável. 2ª ed. Campo Grande: EMBRAPA. p. 27-48. 2012.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; DJALMA MARTINHÃO GOMES DE SOUSA, D. M. G. Economia de fertilizantes na integração lavoura–pecuária no Cerrado. **Revista de Política Agrícola,** Ano XVII , Nº 4, Out./Nov./Dez. 2008.

MELLO, L. M. M.; YANO, E. H.; NARIMATSU, K. C. P.; TAKAHASHI, C. M.; BORGHI, E. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: produção de forragem e resíduo de palha após pastejo. **Engenharia Agrícola,** Jaboticabal, v.24, n.1, p.121-129, jan./abr. 2004.

MORAES, A. Pastagens como fator de recuperação de áreas degradadas. In: **SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS.** 2. Anais... Jaboticabal.- SP: UNESP. p. 191-215, 1993.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; MELLO, L. M. M.; LIMA, R. C. Massa seca e composição bromatológica de quatro espécies de braquiárias semeadas na linha ou a lanço, em consórcio com milho no sistema plantio direto na palha. **Acta Scientiarum**, v. 32, n. 2, p. 147-154, 2010. DOI: 10.4025/actascianimsci.v32i2.8498

PEDREIRA, B. C.; DOMICIANO, L. F.; RODRIGUES, R. R. A.; MORAES, S. R. G.; MAGALHÃES, C. A. S.; MATOS, E. S.; ZOLIN, C. A. Integração lavoura-pecuária: novas tendências. In: MEDEIROS, F. H. (Org.). **Novos Sistemas de Produção.** 1ed. Lavras: UFLA/NEFIT, 2017, v. 1, p. 129-153.

PERON, A. J. & EVANGELISTA, A. R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. **Ciência e Agrotecnologia,** Lavras, v. 28, n. 3, p. 655-661, maio/jun., 2004.

SANTOS, F. V.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; VILELA, L.; FERREIRA, G. B.; CARVALHO, M. C. S.; VIANA, J. H. M. Decomposição e liberação de macronutrientes da palhada de milho e braquiária, sob integração lavoura-pecuária no cerrado baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** 38: 1855-1861, 2014. DOI: 10.1590/S0100-06832014000600020

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M. Adubação da pastagem e seus efeitos nas etapas da produção animal. In:__. **Adubação de Pastagens em Sistemas de Produção animal.** Viçosa, MG: Editora UFV. p. 33-47, 2016.

TROGELLO, E.; MODOLO, A. J.; CARNIELETTO, R.; KOLLING, E. M.; SCARSI, M.; MAICON SGARBOSSA, M. Desenvolvimento inicial e produtividade da cultura do milho no sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Ceres,** Viçosa, v. 59, n.2, p. 286-291, 2012.

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; MARCHÃO, R. L. Integração lavoura-pecuária-floresta: alternativa para intensificação do uso da terra. **Revista UFG,** Ano XIII, nº 13, p. 92-99, Dezembro 2012.

VILELA, L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; MARCHÃO, R. L.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. O papel da integração lavoura-pecuária na recuperação de pastagens degradadas. In: Simpósio de Forragicultura e Pastagens, 2011, Lavras, MG. Anais do VIII Simpósio de Forragicultura e Pastagens. Lavras, MG: UFLA, 2011.

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. BARIONI, L. G. BARCELLOS, A. O. Integração lavoura-pecuária. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. de. (Org.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais.** 1ª ed. PLANALTINA-DF: EMBRAPA CERRADOS, v. 30, p. 933-962, 2008.

# CAPÍTULO 7

# EFEITO DA APLICAÇÃO DE ALTOS TEORES DE BENZOATO DE SÓDIO NA COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DA SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR

*Data de aceite: 01/02/2022*
*Data de submissão: 12/01/2022*

**Miguel Antonio Lara-Calderón**
Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Zootecnia
Londrina – Paraná
https://orcid.org/0000-0002-2236-5014

**Celso Heinzen Junior**
University of Wisconsin Madison, Department of Animal and Dairy Sciences
Madison - Wisconsin
https://orcid.org/0000-0002-8268-7875

**Odimári Pricila Prado Calixto**
Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Zootecnia
Londrina – Paraná
https://orcid.org/0000-0003-1155-7210

**Egon Henrique Horst**
Universidade Estadual do Centro-Oeste, Departamento de Medicina Veterinária
Guarapuava - Paraná
https://orcid.org/0000-0002-4380-8486

**Valter Harry Bumbieris Junior**
Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Zootecnia
Londrina – Paraná
https://orcid.org/0000-0001-7255-4887

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição química de silagem de cana-de-açúcar adicionada com teores crescentes de benzoato de sódio nas proporções de 0,00 (controle), 0,25%, 0,50%, 0,75% e 1,00% em relação à matéria natural. Após a colheita, a cana-de-açúcar foi picada e colocada em silos experimentais de polietileno para resultar em 600 kg de MS $m^{-3}$, os silos foram abertos após 30 dias. O aumento da concentração de benzoato de sódio na silagem promoveu redução linear no teor de proteína bruta, variando de 2,79% a 2,51%. Todos os componentes da parede celular foram afetados pela adição de benzoato de sódio nas silagens ($P<0,05$), a exceção de lignina. A adição de benzoato de sódio reduziu a concentração de fibra em detergente neutro (P=0,0015), sendo que com 0,50% de inclusão obteve-se o menor teor (51,60%). Os teores de fibra em detergente ácido não diferiram entre os níveis de inclusão de benzoato de sódio; porém, para o teor de fibra detergente acido, assim como para a celulose, houve redução em relação à silagem controle. Os níveis altos de benzoato de sódio utilizado neste trabalho, acima do comumente estudado, demonstrou melhorar a silagem de cana-de-açúcar com teores de matéria seca normalmente difíceis de controlar.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aditivo químico, conservação de forragens, fermentação alcoólica, fracionamento de carboidratos.

## EFFECT OF THE APPLICATION OF HIGH LEVELS OF SODIUM BENZOATE ON THE NUTRITIONAL COMPOSITION OF SUGARCANE SILAGE

**ABSTRACT:** The aim of this work was to evaluate the chemical composition of sugarcane silage

added with increasing levels of sodium benzoate in proportions of 0.00 (control), 0.25%, 0.50%, 0.75%, and 1.00% in relation to the natural matter. After harvesting, the sugarcane was chopped and placed in experimental polyethylene silos to result in 600 kg of DM $m^{-3}$, the silos were opened after 30 days. The increase in the concentration of sodium benzoate in the silage promoted a linear reduction in the crude protein content, ranging from 2.79% to 2.51%. All cell wall components were affected by the addition of sodium benzoate to the silages ($P<0.05$), with the exception of lignin. The addition of sodium benzoate reduced the neutral detergent fiber concentration ($P=0.0015$), and with 0.50% of inclusion, the lowest content was obtained (51.60%). Acid detergent fiber contents did not differ between sodium benzoate inclusion levels; however, for the acid detergent fiber content, as well as for the cellulose, there was a reduction in relation to the control silage. The high levels of sodium benzoate used in this work, above those commonly studied, have been shown to improve sugarcane silage with dry matter contents normally difficult to control.
**KEYWORDS:** Alcoholic fermentation, chemical additive, carbohydrate fractionation, fodder conservation.

## 1 I INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum L.*) é um importante recurso alimentar em muitos países tropicais, sendo produzida em mais de 100 países em todo o mundo, e sua produção de biomassa supera a de qualquer outra forragem, podendo ser utilizada na dieta animal, principalmente pequenos e grandes ruminantes, como estratégia de desenvolvimento agrícola sustentável de muitos países (REYES-GUTIÉRREZ *et al.*, 2018). No entanto, a colheita diária prejudica as práticas de manejo do campo e pode demandar mão de obra excessiva, o que tem levado ao aumento do uso da cana-de-açúcar como silagem.

Na maturidade, a cana-de-açúcar normalmente contém mais de 40% de carboidratos solúveis em água com base na matéria seca (PEDROSO, A. F. *et al.*, 2017), que constitui a maior fração da matéria orgânica digestível. Além disso, a ensilagem da cana-de-açúcar resulta na conversão da maioria dos carboidratos solúveis em água em produtos finais da fermentação (MCDONALD et al., 1991). Ao contrário das silagens tradicionais, o processo de fermentação dessa forragem é comumente dominado por leveduras, sendo o etanol o principal produto final da fermentação nas silagens de cana-de-açúcar (KUNG; STANLEY, 1982), resultando em perdas de até 30% de matéria seca (REYES-GUTIÉRREZ *et al.*, 2018), empobrecendo a qualidade nutricional dos alimentos. Portanto, o uso de aditivos tem se mostrado essencial na ensilagem dessa cultura (SIQUEIRA *et al.*, 2010).

Sabe-se que, uma vez adicionado à forragem ensilada, o benzoato de sódio é convertido em ácido benzóico, que auxilia na redução do pH da silagem mais rapidamente na fase inicial da fermentação. Essa rápida redução do pH durante a criação da silagem pode tanto melhorar a fermentação quanto auxiliar na redução das perdas, bem como melhorar a estabilidade aeróbia (KNICKY; SPÖRNDLY, 2011), principalmente em gramíneas

(CONAGHAN; O'KIELY; O'MARA, 2010). Vários estudos comprovam essa eficiência na preservação da matéria seca (QUEIROZ *et al.*, 2013). Pedroso *et al.* (2006) demonstraram aumento na digestibilidade da matéria seca da silagem de cana-de-açúcar com adição de benzoato de sódio, mas sem redução na produção de etanol, sugerindo intensa degradação dos carboidratos não fibrosos pelas leveduras durante a produção da silagem.

Estudos relacionados demonstraram que o nível adequado desse aditivo ainda é discutível. Enquanto Pedroso *et al.* (2010) enfatizaram que 0,05% na matéria natural seria suficiente para a obtenção de um processo de fermentação eficiente, Bernardes *et al.* (2015) descreveu melhores resultados após adicionar um nível quatro vezes maior. É por isso, que nosso objetivo foi avaliar a composição química da silagem de cana-de-açúcar, conforme a adição de teores crescentes de benzoato de sódio até 1% da massa total, considerando a eficácia no controle da fermentação alcoólica, na preservação do valor nutricional da forragem durante a ensilagem.

## 2 | MATERIAIS E METODO

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) utilizada para produção de silagem foi preparada em Mandaguari, Paraná, Brasil, localizada nas coordenadas 23°32'S e 51°40'W a uma altitude de 670 m. Imediatamente após a colheita, a cana-de-açúcar foi picada em aproximadamente 20 mm, sendo então realizada a homogeneização manual com benzoato de sódio nas proporções de 0,00 (controle), 0,25%, 0,50%, 0,75% e 1,00% em relação à massa total.

Vinte baldes de polietileno com capacidade de 5 L foram utilizados como silos experimentais, fechados com tampas de plástico, lacrados com fita adesiva e armazenados em ambiente interno. A cana picada foi adicionada aos baldes em quantidade para resultar em 600 kg de MS $m^{-3}$. Após 30 dias, os silos foram abertos, sendo descartados 5 cm das porções superior e inferior. Foram coletadas amostras imediatamente após a abertura para análise no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição de Animais da Universidade Estadual de Londrina (LANA-UEL). Primeiramente, as amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55 ºC por 72 h depois moídas a 1 mm em moinho tipo Wiley.

As amostras pré-secas foram utilizadas para determinar a matéria seca total (MS), matéria orgânica (MO), cinzas, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), lignina (LIG), hemicelulose (HEM), fibra em detergente neutro (FDN). e teores de fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com métodos descritos pela AOAC International (2000). O fracionamento dos carboidratos foi realizado de acordo com estimativas sugeridas por Sniffen *et al.* (1992)

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições. O teste F foi aplicado a 5% de probabilidade de confiança por meio de análise de variância (ANOVA) e, em seguida, o teste Tukey foi implementado para comparação de médias múltiplas ao nível de 5% de significância por meio do software SAS (1993).

Os dados também foram submetidos à análise de regressão polinomial, considerando a resposta da aplicação dos diferentes níveis do aditivo, por meio do procedimento de regressão no mesmo software.

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

As silagens apresentaram teores de matéria seca comumente descritos para a cana-de-açúcar, não havendo diferença entre as silagens com diferentes níveis de benzoato de sódio adicionado e exibindo uma média de 26,14%. No presente trabalho é possível analisar que em silagens com benzoato de sódio há uma estabilidade na perda de matéria seca, o que foi observado também por Bernardes *et al.* (2007), que observaram melhora na recuperação da MS em doses de 0,2% e 0,3% de BS, o que possivelmente está relacionado à ação higroscópica do sal, que faz com que as células da planta retenham mais água por possuírem um meio rico em soluto, porém, como analisado, em quantidades baixas.

O aumento na concentração de benzoato de sódio na silagem promoveu redução linear no teor de proteína bruta ($P<0,05$), que variou de 2,79% a 2,51% entre os extremos. A redução obtida neste estudo foi de 0,43 pontos percentuais para cada aumento de 0,25% na dose de benzoato de sódio. Apesar da redução, Muck *et al.* (2018) ressaltam que a adição deste aditivo pareceu otimizar o fluxo de proteínas para o duodeno de bovinos, melhorando o desempenho produtivo de vacas leiteiras (NADEAU *et al.,* 2015). Entretanto, é possível sinalizar também que as silagens que foram adicionadas ao menor nível do aditivo mostraram o maior teor de matéria seca de 27,62 % (Tabela 1).

Todos os componentes da parede celular foram afetados pela adição de benzoato de sódio nas silagens ($P<0,05$), a exceção de lignina. Ademais, não foi observado comportamento definido entre os níveis de benzoato de sódio utilizados para FDN, sendo que com 0,50% de inclusão obteve-se o menor teor (51,60%), e o teor obtido com 0,75% de inclusão foi o mais próximo ao da silagem controle (55,88 e 58,09 %, respectivamente).

Do mesmo modo, tendência semelhante foi observada para a hemicelulose nos mesmos níveis, pois, independentemente do conteúdo. Os teores de FDA não diferiram entre os níveis de inclusão de benzoato de sódio; porém, para o teor de FDA, assim como para a celulose, houve redução em relação à silagem controle. Silagens de melhor qualidade podem ser caracterizadas através de menores teores de FDA, pois a digestibilidade da MS é inversamente proporcional ao teor deste componente da parede celular (MERTENS, 1982 apud VALERIANO *et al.*, 2009).

Pedroso *et al.* (2011) também descreveram redução no teor de FDA da silagem de cana-de-açúcar com um nível muito inferior ao da silagem de cana que testamos (0,5 g por kg); entretanto, essa tendência não foi observada para o FDN, o que pode sugerir uma vantagem para a adição de níveis mais elevados de benzoato de sódio, como os estudados neste trabalho. Apesar disso, estudos com benzoato de sódio mostram grande divergência

em relação à caracterização química da silagem, sendo sugeridos novos estudos sobre o assunto.

| Variável | Silagens | | | | | P-Valor | CV (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Controle | BS 0,25% | BS 0,50% | BS 0,75% | BS 1% | | |
| Matéria Seca (% MN) | 24,88 | 27,62 | 26,67 | 26,37 | 25,18 | NS | 4,56 |
| Matéria orgânica (% MS) | 96,50 | 96,19 | 97,31 | 97,91 | 96,54 | NS | 1,07 |
| Cinza (% MS) | 3,50 | 3,81 | 2,69 | 2,09 | 3,46 | NS | 3,64 |
| Proteína Bruta† (% MS) | 2,75[a] | 2,79[a] | 2,60[ab] | 2,51[ab] | 2,36[b] | 0,0071 | 8,41 |
| Extrato Etéreo (% MS) | 0,46 | 0,51 | 0,22 | 0,60 | 0,53 | NS | 33,66 |
| FDN (% MS) | 58,09[a] | 52,55[c] | 51,60[c] | 55,80[ab] | 53,05[bc] | 0,0015 | 4,87 |
| FDA (% MS) | 34,98[a] | 31,46[b] | 29,72[b] | 31,67[b] | 29,57[b] | 0,0334 | 6,89 |
| Hemicelulose (% MS) | 23,11[abc] | 21,09[c] | 21,88[c] | 24,21[a] | 23,48[ab] | 0,0060 | 6,79 |
| Celulose (% MS) | 31,55[a] | 28,40[ab] | 26,42[b] | 28,39[ab] | 26,40[b] | 0,0394 | 9,49 |
| Lignina (% MS) | 3.43 | 3,05 | 3,30 | 3,28 | 3,147 | NS | 20,33 |
| CHT (% MS) | 93,29 | 92,90 | 94,50 | 94,81 | 93,66 | NS | 1,10 |
| CNF (% MS) | 38,39 | 44,10 | 45,02 | 42,39 | 43,51 | NS | 7,22 |
| A+B1 (% CHT) | 45,10 | 51,20 | 50,52 | 47,58 | 49,86 | NS | 4,45 |
| B2 (% CHT) | 46,88 | 41,47 | 41,57 | 44,55 | 42,53 | NS | 5,67 |
| C (% CHT) | 8,22 | 7,33 | 7,91 | 7,87 | 7,61 | NS | 12,33 |

† $\hat{Y} = 2,814 - 0,424x$; $R^2$:0,9041

$R^2$: Coeficiente de determinação; CV, coeficiente de variação; BS, benzoato de sódio; MN, matéria natural; MS, matéria seca; FDN, fibra em detergente neutro; FDA, fibra em detergente ácido; CHT, carboidratos totais; CNF, carboidratos não fibrosos; NS, não significativo.

As médias, seguidas de letras diferentes na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey ($P$<0,05)

Tabela 1. Composição química e fracionamento de carboidratos das silagens de cana-de-açúcar com diferentes teores de benzoato de sódio.

## CONCLUSÃO

O Benzoato de sódio pode influenciar a composição química da silagem de cana-de açucar, colaborando com um melhor padrão fermentativo. Os altos níveis de benzoato de sódio usados nesta pesquisa, por cima do comumente examinados, têm demonstrado melhorar e preservar a qualidade da silagem de cana-de-açúcar com teor de matéria seca normalmente difícil de controlar, entretanto, recomenda-se o nível de 0,25% de benzoato de sódio, dosagem que apresentou interessante potencial para conservar o valor nutricional

de proteína bruta da cana-de-açúcar ensilada.

## REFERÊNCIAS


AOAC INTERNATIONAL. **Official Methods of Analysis**. 17th ed. Arlington, VA, USA: AOAC International, 2000.

BERNARDES, T. F.; DE OLIVEIRA, I. L.; LARA, M. A.S.; CASAGRANDE, D. R.; ÁVILA, C. L.S.; PEREIRA, O. G. Effects of potassium sorbate and sodium benzoate at two application rates on fermentation and aerobic stability of maize silage. **Grass and Forage Science**, vol. 70, no. 3, p. 491–498, 1 Sep. 2015. DOI 10.1111/GFS.12133.

BERNARDES, Thiago Fernandes; REIS, Ricardo Andrade; SIQUEIRA, Gustavo Rezende; AMARAL, Rafael Camargo do; PIRES, Aureliano José Vieira. Estabilidade aeróbia da ração total e de silagens de capim-marandu tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 36, no. 4, p. 754–762, 2007.

CONAGHAN, P.; O'KIELY, P.; O'MARA, F. P. Conservation characteristics of wilted perennial ryegrass silage made using biological or chemical additives. **Journal of Dairy Science**, vol. 93, no. 2, p. 628–643, 1 Feb. 2010. https://doi.org/10.3168/JDS.2008-1815.

KNICKY, M.; SPÖRNDLY, R. The ensiling capability of a mixture of sodium benzoate, potassium sorbate, and sodium nitrite. **Journal of Dairy Science**, vol. 94, no. 2, p. 824–831, 1 Feb. 2011. https://doi.org/10.3168/JDS.2010-3364.

KUNG, L.; STANLEY, R. W. Effect of Stage of Maturity on the Nutritive Value of Whole-Plant Sugarcane Preserved as Silage. **Journal of Animal Science**, vol. 54, no. 4, p. 689–696, 1 Apr. 1982. DOI 10.2527/JAS1982.544689X.

MCDONALD, Peter; HENDERSON, Nancy; HERON, Shirley. **The biochemistry of silage**. 2nd ed. Marlow, Bucks: Chalcombe, 1991.

MUCK, R. E.; NADEAU, E. M.G.; MCALLISTER, T. A.; CONTRERAS-GOVEA, F. E.; SANTOS, M. C.; KUNG, L. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. **Journal of Dairy Science**, vol. 101, no. 5, p. 3980–4000, 1 May 2018. https://doi.org/10.3168/JDS.2017-13839.

NADEAU, E.; JOHANSSON, B.; RICHARDT, W.; MURPHY, M.; AUERBACH, H. Protein quality of grass silage as affected by silage additives and its effects on dairy cow performance. **Journal of Dairy Science**, vol. 98, p. 206–215, 2015.

PEDROSO, A. F.; ESTEVES, S. N.; BARIONI JUNIOR, W.; SOUZA, G. B. Chemical composition, fermentation profile and apparent digestibility of sugarcane silage treated with chemical additives. **Boletim de Indústria Animal**, vol. 74, no. 3, p. 182–194, 1 Nov. 2017. DOI 10.17523/BIA.V74N3P182.

PEDROSO, André de Faria; NUSSIO, Luiz Gustavo; RODRIGUES, Armando de Andrade; SANTOS, Flávio Augusto Portela; MOURÃO, Gerson Barreto; BARIONI, Waldomiro B. Performance of dairy cows fed rations produced with sugarcane silages treated with additives or fresh sugarcane. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 39, no. 9, p. 1889–1893, Sep. 2010. DOI 10.1590/S1516-35982010000900005.

PEDROSO, André de Faria; NUSSIO, Luiz Gustavo; WALDOMIRO, Barioni; RODRIGUES, Armando De Andrade; LOURES, Daniele Rebouças Santana; DE CAMPOS, Fabio; RIBEIRO, José Leonardo; MARI, Lucas José; ZOPOLLATTO, Maity; JUNQUEIRA, Marta; SCHMIDT, Patrick; PAZIANI, Solidete De Fátima; HORII, Jorge. Performance of Holstein heifers fed sugarcane silages treated with urea, sodium benzoate or Lactobacillus buchneri. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, vol. 41, no. 4, p. 649–654, 2006. DOI 10.1590/S0100-204X2006000400015.

PEDROSO, André de Faria; RODRIGUES, Armando de Andrade; BARIONI JÚNIOR, Waldomiro; SOUZA, Gilberto Batista de. Fermentation parameters, quality and losses in sugarcane silages treated with chemical additives and a bacterial inoculant. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 40, no. 11, p. 2318–2322, 2011. DOI 10.1590/S1516-35982011001100006.

QUEIROZ, O. C.M.; ARRIOLA, K. G.; DANIEL, J. L.P.; ADESOGAN, A. T. Effects of 8 chemical and bacterial additives on the quality of corn silage. **Journal of Dairy Science**, vol. 96, no. 9, p. 5836–5843, 1 Sep. 2013. https://doi.org/10.3168/JDS.2013-6691.

REYES-GUTIÉRREZ, José; MONTAÑEZ-VALDEZ, Oziel; GUERRA-MEDINA, Cándido; DE COSS, Alejandro Ley. Effect of the inclusion of additives on the quality of sugarcane silage. **Revista MVZ Cordoba**, vol. 23, no. 2, p. 6710–6710, 2018. https://doi.org/10.21897/RMVZ.1358.

SIQUEIRA, Gustavo Rezende; REIS, Ricardo Andrade; SCHOCKEN-ITURRINO, Ruben Pablo; PIRES, Aureliano José Vieira; BERNARDES, Thiago Fernandes; ROTH, Marcella de Toledo Piza. Queima e aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar 1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 39, no. 1, p. 103–112, 2010.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of animal science**, vol. 70, no. 11, p. 3562–3577, 1992. https://doi.org/10.2527/1992.70113562x.

VALERIANO, Alexandre Rocha; PINTO, José Cardoso; DA SILVA ÁVILA, Carla Luiza; EVANGELISTA, Antônio Ricardo; TAVARES, Valdir Botega; SCHWAN, Rosane Freitas. Efeito da adição de Lactobacillus sp. Na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 38, no. 6, p. 1009–1017, Jun. 2009. https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000600006.

## SOBRE A ORGANIZADORA

**AMANDA VASCONCELOS GUIMARÃES** - Possui graduação em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Mestrado em Zootecnia na área de nutrição e produção animal pela Universidade Federal de Viçosa - UFV e Doutorado em Zootecnia na área de produção e nutrição de ruminantes pela Universidade Federal de Lavras - UFLA. Atua na área de nutrição e produção animal, com ênfase em nutrição e alimentação, avaliação de alimentos, forrageiras e resíduos agroindustriais. É Tutora EAD na Faculdade Unyleya, no curso de Pós-Graduação em Zootecnia.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A



### B



### C



### D



### E



### F

## G



## H



## I



## L



## M



## N



## O



## P

Ano 2022

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

# ZOOTECNIA:

## Sistema de produção animal e forragicultura

Ano 2022

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

# ZOOTECNIA:

## Sistema de produção animal e forragicultura